Band XII, Heft 2.

Originalaufsätze.

Zur Klärung der Thripsschädenfrage.

Von

Generaldirektor **J. Jablonowski,**

Ehrenmitgliede der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie.

(Mit 2 Abbildungen.)

In der neueren Zeit mache ich die Erfahrung, daß die einschlägige Literatur immer reicher und reicher wird an Blasenfüßen (Physo- oder Physapoden), oder Fransenflüglern (Thysanopteren), welche die Reihe der Pflanzenschädlinge vermehren. Ob mit Befugnis, das mag wohl dahin gestellt sein, aber daß in der Reihe dieser Schädlinge einige, welche nicht ganz richtig beurteilt wurden, erwähnt worden sind, das glaube ich behaupten zu können und möchte bei dieser Gelegenheit ein Wort in dieser Richtung reden.

Das steht fest, daß die alte „schwarze Fliege" wie der *Heliothrips hämorrhoidalis* Bouché (*adonidum* Hal.) langeher genannt wird und der *Heliothrips* (Parthenothrips) *dracenae* Heeg. in Warmhäusern, besonders im Winter, dem Gärtner nicht nur ein unangenehmer Gast, sondern hier auch tatsächlich ein Schädling sein kann, darüber sind wir einig. Man braucht ja nur einen Blick zu werfen auf eine Zimmerpflanze, welche durch ihr gesundes und schön entwickeltes Äußere einen ästhetischen Reiz ausüben soll: nun wie elend sieht beispielsweise so ein buntblättriger Croton, wenn er von der schwarzen Fliege angestochen, ausgesogen und schändlich mißgefärbt, also einfach „thripsfleckig" ist! So eine Pflanze kann alles sein, schön aber und eine Zierde der Stube wohl nicht!

Ein Schaden von gleicher Art und Bedeutung ist auch der Thripsschaden an den jungen grünen und zarten, mehr in der ersten Hälfte ihrer Entwicklung stehenden Erbsenschoten. Die angestochene, angesaugte, nachher vernarbte, dunkelbraune, oft aber mit kleinen grauen Flecken untermischt gefärbte Schotenhülle hat in mancher Hinsicht etwas verwandtes mit dem sogenannten Kupferbrand des Hopfens, was, wie

allgemein bekannt sein dürfte, kein Schaden einer schmarotzerartigen Natur ist! Dieser Schaden, wenn er nun massenhaft die jüngsten Schoten betrifft, hat auch gewiß eine wirtschaftliche Bedeutung!

Über exotische und amerikanische Thripsschädlinge, welche ich aus eigener Erfahrung näher nicht kenne, wie auch über solche, welche angeblich selten, aber dennoch schädlich sind, will ich hier nicht sprechen, möchte aber, bevor ich zu einer kritischen Besprechung der Ursache der sogenannten Thripsschäden im Getreide schreite, die beiden vagabundierenden Thripse, nämlich den *Limothrips cerealium* Hal., wie auch den sogenannten „*Thrips frumentarius*" Beling näher behandeln.

Ich muß nämlich erwähnen, daß ich fast vor 40 Jahren, nach dem Abschlusse meiner Universitätsstudien die Absicht faßte, eine monographische Bearbeitung dieser Kleintiere, denn außer Heegers *Th. Schottii*, waren ja damals aus der Fransenflüglerordnung nur lauter Minutien bekannt, zu beginnen: dann, als ich nachher (1890). Feldentomologe wurde, hatte auch der Zufall beigetragen, daß ich mit den weißspitzigen Ähren befaßte, also mit jenen Ähren, welche Beling und Lindemann, dann nach ihnen auch andere, als von Thripsen verursacht angeben.

Mir wollte es schon anfangs nicht ganz einleuchten, daß diese weißen, toten Ährenspitzen in irgend einem Zusammenhang mit den Blasenfüßen wären!

Es wurde also dementsprechend Material von überall gesammelt! Zuerst versuchte ich mein Glück bei den älteren Kollegen der damaligen Zeit, die auf diesem Gebiete litterarisch tätig waren. Mein alter, hochgeehrter Freund, Ritzema Bos, Amsterdam, gestand offen, daß er sich mit diesen Tierchen durchaus nicht beschäftigte, schickte mir aber, so weit ich mich nach mehr als 30 Jahren gut erinnere, etliche Roggenähren, in welchen ich einige Phlöothripiden fand. Der damals schon alte Taschenberg schrieb mir, daß „er für dieses alte Genus nie ein Interesse" hatte, was er aber an Material besäße, etwa 3 Stück, schickte er mir gerne. Es waren gleichfalls Phlöothripiden.

Mehr Glück hatte ich bei Miß Eleanor Ormerod, Dr. h. c., St. Albans, England. Diese allgemein hochgeschätzte englische Entomologin, welcher als einer landwirtschaftlich wirkenden und bahnbrechenden Entomologin England gewiß den größten Dank schuldet, scheute keine Mühe um durch ihre Bekannten und Freunde mir das nötige Material aufzutreiben. Ihr verdanke ich auch die Bekanntschaft von Prof. Rob. Newstead, damals Kurator des Großvenor-Museums (Chester, England), welcher mir einen von *L. cerealium* typisch befallenen Hafer, Fräulein E. Ormerod aber in gleicher Weise einen stark, vom Saatthrips behafteten englischen Weizen zuschickten.

Ich sah schon damals, daß dieser Thrips und seine Entwicklungsformen gänzlich verkannt wurden. Wir lebten ja schon damals in jener Zeit, welche mein, mit mir leider gleichfalls schon alt „werdender" Freund,

L. Reh deutscher Seite so trefflich das Tohuwabohu der damaligen angewandten Entomologie nannte. John Curtis gab zwar schon im Jahre 1860 eine gute Beschreibung des *cerealium* in seinem Farm Insectes (S. 286), aber diese Beschreibung fand kaum welche Beachtung.

Ich gab damals[1]) auf Grund des reichlichen englischen Materials eine lateinische Beschreibung, wie auch eine Abbildung dieser Art, dann auch jene ihrer Entwicklungsstadien ovo excepto.

Dies wäre der eine Thripsschädling!

Damals gab es in Ungarn, genau in dieser Zeit, anfangs der 90er Jahre des vergangenen Jahrhunderts, eine Menge — sagen wir — von Thripsschäden am Weizen, am Roggen, an der Gerste, ja sogar am Hafer. Wo man nur eine Ähre mit einer weißen Spitze fand, hielten wir und alle Landleute, die von uns, also von der ungarischen Entomologischen Versuchsstation belehrt wurden, dies für einen Thripsschaden! Es waren lauter die damals sogenannten Getreidethripsschäden!

Ich sträubte mich das zu glauben: aber als junger Gelehrter hatte ich das sogenannte Joch — iurare in verba magistri — viel zu mächtig am Genicke und glaubte was der Deutsche Theodor Beling (1872) schrieb[2]), und was der russische Karl Lindemann[3]) bestätigt hatte und — offen gestanden —, was ich damals auch selber nicht anders deuten konnte! Die Sucht nach einer originalen Urauffassung plagte mich nämlich nie!

Demzufolge trachtete ich mir in beider Hinsicht selbst zu helfen. Zuerst gelangte ich zum Ziele mit dem Halidayschen *cerealium* — also dem Saatthripse.

Die Annahme, daß der *Limothrips cerealium* schädlich sei, ist eigentlich Haliday zu verdanken.[4]) Nachdem er, eine seiner kärglichsten Beschreibung über diese Art (imago, larva et pupa) in genau 15 Worten abgibt, berichtet er auf Grund der Angaben von Kirby (1796) und Vassalli Eandi (1805) über die Schädlichkeit dieser Art.[5]) Wir können an der angeführten Stelle bei Haliday folgenden englischen Text lesen,

---

[1]) Természetrajzi Füzetek, Budapest 1894. Bd. XVII. Heft 3—4: Additamentum ad cognitionem Thysanopterorum. Auctore J. Jablonowski, Budapestinensi. S. 95—98.

[2]) Verhandl. der Zool.-Bot. Gesellschaft in Wien. 1872. (Bd. XXII). S. 651—654.

[3]) Lindemann, K. Die am Getreide lebenden Thripsarten Mittelrußlands. Im Bull. de la Société Imp. des Naturalistes de Moscou. Ann. 1886. Tom. 62. (Deuxième partie). S. 296—337.

[4]) Haliday, A. H. An Epitome of the British genera, in the order Thysanoptera, with indication of a few species. The Entomological Magazine. Vol. III. 1836. S. 444—445.

[5]) Vassali Eandis Arbeit wurde in den Memoiren der Turiner Wiß. Akademie im Jahre 1809 veröffentlicht unter folgendem Titel: „Sur une maladie particulière qui en Mai, 1805, s'est manifestée en Piémont dans les bleds (sic!) causée par de très petits insects. — Mémoires d. l'Acad. d. sciences etc. de Turin 1809. Tome XVI. p. 76. Der Verfasser dieser Mitteilung war ein Physiker und lebte 1761—1825.

welchen ich aber hier deutsch folgen lasse: „Mister Kirby fand sie (diese Thripse nämlich) in der Rinne — in the furrow — der Weizenkörner. Etwas zeitiger im Jahre entdeckte sie Monsieur Vassalli Eandi nagend (gnawing, so drückt er sich aus, aber wie ich — Haliday — es deute, etwas zu ungenau, incorrectly) an Halmen über den Knoten, wodurch sie die Fehlbildung — abortion — der Ähren verursachten. Es ist um diese Zeit, daß ihre Angriffe am nachteiligsten wirken. Es wird gesagt, daß im Jahre 1805 in der reichsten Ebene von Piemont ein Drittel von der Weizenernte durch diese scheinbar unbedeutenden kleinen Insekten vernichtet wurde. Mag nun aber was auch immer die Ursache sein, welche die besorgniserregende Vermehrung dieser Tiergruppe — tribes — verursacht, so scheinen sie meistens in gewissen Zeiten — periodically — und über weite Strecken — space — zu arbeiten — to operate —: so litt in demselben Jahre (1805) die Weizenernte am gleichen Übel — disease — auch in England, wie uns die Mitteilungen der Fachschriften der damaligen Zeit benachrichtigen."

Ein Jahr nachher, 1837, berichtet Haliday, daß *L. cerealium* oft mit jenen kleinen weißen Milben, welche im dumpfigen Heu zu finden sind, bedeckt ist.

Was nachher in der allgemeinen Fachliteratur über Thripsschäden berichtet und geschrieben wird, selbst in Curtis Farm Insects (1860), welches sonst so gründlich ist, findet man kaum etwas Beachtenswertes.

Curtis spätere Meinung stimmt mit Mister Kirbys Meinung vollkommen überein: der erstgenannte teilt nämlich an der Stelle seines angeführten Werkes (S. 286) alles wörtlich mit, was letzterer schon im Jahre 1795 berichtete. Die damalige englische Schadenbeschreibung bezieht sich auf den beobachteten Weizen. Es wird darin geschrieben, daß dieser Thrips — immer nur *cerealium* — den milchigen Samen angeht, und durch das Aussaugen seiner Säfte denselben zum Verschrumpfen bringt. Dieser Schaden betrifft oft ein Viertel des Samens. Spät gesäter Weizen wird mehr befallen, als der zeitigere. Dies soll also begründen jenen Linnéschen Satz, daß es diese Thripse sind, welche zur Folge haben, daß die „secalis spicae exinaniunt", d. h., daß sie „die Roggenähren taub, samenlos"[1]) machen und daß dies die Ursache jener Erscheinung ist, welche die englischen geschulten Wirte — Farmer — den blight, also die heutige Weißährigkeit nennen. Dieses Tier befällt so den bartlosen — grannenlosen — als auch den bartigen, also den Grannenweizen und es ist der Befall im festen Boden gleich jenem im leichtesten.

Mr. Kirby fand während seiner Beobachtungen nie eine Ähre, in welcher er diesen Thrips nicht gefunden hätte und somit hielt er fest an

[1]) Fast derselben Worte bedient sich auch Fabricius in seiner Äußerung, daß sein Thrips physapus „spicas secalis inanit." Fabricius J. Systema Rhyngotorum (1803) S. 213.

seiner unveränderten Auffassung, daß die Nahrung dieser Tiere aus dem Getreidesamen stamme.

Diese Mister Kirbysche Beschreibung des Schadens, nämlich das Aussaugen, allerdings — mutatis mutandis — gleicht vollkommen jenen Schäden, welche die schwarze Fliege — *Heliothrips haemorrhoidalis* — an den Blättern der Warmhauspflanzen verursacht.

Vergessen wir nämlich nicht, daß die Blasenfüße eine eigentümliche Tierordnung der Arthropoden sind, deren Mundteile zusammengefaßt, entschieden etwas mehr als ein saugendes Werkzeug sind, und in dieser Hinsicht ein vollkommenes „Mundstück" bilden.

Die Mandibeln sind nämlich zu zwei zarten, langen Stechborsten umgewandelt, haben aber zu Hilfe einen, zum selbständigen Epipharynx gewordenen stärkeren Stachel; diese zusammen bilden mit der Ober- und Unterlippe, und dem Unterkiefer einen kurzen Mundkegel. Die scharfen Leisten und Spitzen der Ober- und Unterlippe und der Unterkiefer schürfen die befallene Blattepidermis an — und der Epipharynx — der Stachel dringt dann in die Anschürfung ein und nach ihm die Mandibeln (Stechborsten) und leiten dann den Zellinhalt in den Mund.

So beschrieb dies Freund Dr. Karl Jordan, der damalige cand. prob. aus Hannoverisch-Münden, schon im Jahre 1888,[1]) und da ich an dieser Auffassung auch aus eigener Untersuchung festhielt und festhalte, so stand ich ratlos vor diesem so beschriebenen *cerealium*-Schaden, besonders damals, als ich die Arbeit dieser Tiere des entwickelten Thripses, wie auch seiner Entwicklungsformen nach der Durchsichtung des mir von Miß Ormerod zugeschickten englischen Materials auch aus eigener Anschauung kannte, und welcher Befund mit jenem des Monsieur Vassalli Eandi, mit seinem gnawing, ganz und gar nicht im Einklange war.

Aber wo manchmal das genaue Wissen fehlt, da hilft nur zu oft ein guter Zufall!

Während des Lesens der einschlägigen Mitteilungen und Berichte über Thripse, fand ich unverhofft zwischen den zahlreichen Aufsätzen von Adolfo Targioni Tozzetti, was ich schon fast für unerreichbar hielt!

Targioni Tozzetti, der einstige Direktor der königl. ital. Entomologischen Station in Firenze (Italien) berichtete in einer seiner zusammenfassenden Abhandlungen[2]) eine kurze Übersicht der Blasenfüße und in

[1]) Jordan K., Anatomie und Biologie der Physapoda. — Zeitschr. f. Wissensch. Zool. Bd. XLVII, S. 541—620. Mit 3 Tafeln.

[2]) Diese Arbeit Targioni Tozzettis ist recht schwer aufzuspüren und noch schwerer aufzutreiben! Sie hat ein doppeltes Titelblatt. Die obere Hälfte lautet folgenderweise: „Ministero d'agricoltura. Industria e Commercio. — Direzione d'agricoltura. — Annali die Agricoltura. — 1881, Nr. 34." Nun folgt nachher der eigentliche Titel: „Relazione intorno ai lavori della R. Stazione die entomologia agraria die Firenze per gli anni 1877—1878. Per Ad. Targioni Tozzetti. — Parte scientifica. — Firenze-Roma 1881. (Art V: Fisapodi [Thrips], S. 120—134.) — Die uns betreffende Stelle befindet sich auf der Seite 133.

dieser Abhandlung teilte er Vassalli Eandis erwähnte Arbeit über Thripsschäden mit. Targioni Tozzetti führt Vassalli Eandis betreffende Stelle zum Glück in ihrem Urtexte, französisch an (1809: Napoleons Zeit, wo fast all die liebe Welt französisch war) und welche Stelle ich hier, aber gleichfalls deutsch, gebe. „Er — nämlich Vassalli Eandi — fand nach vielen Erforschungen zwei kleine Insekten — deux petits insects —, welche dem unbewaffneten Auge fast unsichtbar waren und welche über einem der höchsten Knoten — au dessus d'un des noeuds les plus elevés — den Halm befressend — rongeant la tige — zum austrocknen brachten — la font secher."

Daraus erfahren wir: was Mister Kirby englisch gnawing übersetzte, das schrieb Monsieur Vassalli Eandi französisch als rongeant.

Ich möchte auf Grund des hier angeführten Vassalli Eandischen Wortlautes (1805) annehmen, daß, wenn wir denselben mit Halidays Bemerkung aus dem Jahre 1836 in Zusammenhang bringen, wir hier eigentlich überhaupt mit gar keinem Thripsfraß zu tun haben, sondern daß hier entschieden ein ganz anderer Schädling die Ursache des beobachteten Weizenährenschadens war und daß der betreffende Schädling, um Vassalli Eandis Worte nochmals anzuführen, „ober einem der höchsten Knoten den Halm befraß".

Was ist das? Nichts anders, als meiner Auffassung nach der Frühlingsfraß der Larve des Grünauges, der Weizenhalmfliege, des *Chlorops taeniopus* Mg., besser gesagt, der Schaden der zweiten Generation (in Ungarn der Schaden der Sommergeneration) dieses Schädlings, deren schädliche Tätigkeit der Vassali Eandischen Beschreibung vollkommen entspricht.

Es entspricht in ihrer kurzen Beschreibung vollkommen der Wahrheit weiterhin auch jene Bemerkung, daß er an der Fraßstelle „zwei kleine, dem unbewaffneten Auge fast unsichtbare Insekten entdeckt" hatte. Die zwei kleinen Insekten sind manchmal oder meistens 50—60 kleine Insekten, je nach der Zeit, in welcher man die betreffende Fraßstelle, richtiger Fraßfurche, oder Fraßrinne der *Chlorops*-Larve, welche sich von der Ähre abwärts bis zum obersten Halmknoten zieht, besichtigt. Noch richtiger gesagt, je früher oder später man die geschlossene Ährenhülle selbst öffnet, in welcher die von der *Chlorops*-Larve befallene und noch in der „Hose" stecken gebliebene Ähre zu finden ist: da findet man in der tatsächlich ausgenagten („gnawing", „rongeant"), schmutzig braunen oder ziemlich gelben Rinne längs des auffallend kurzen und unregelmäßig verdickten obersten Halmteiles eine, oft wahrlich bedeutende Menge dieser schwarzen Tierchen. Öffnet man diese Hülle später, d. h. wenn die befallene Halmstelle in einem mehr reiferen Zustande ist, und wenn diese Tiere auch schon mit ihrer Eiablage fertig geworden sind, so findet man kaum ein lebendes Tier hier. Findet man aber welche da, etwa ein oder zwei Stücke, so sind sie gewöhnlich tot und sind in dem Schmutze der Fraßrinne stecken geblieben.

Alles zusammengefaßt, können wir sagen, daß der Saatthrips — *Limothrips cerealium* Hal. — hinsichtlich seiner Schädlichkeit ein gleichwertiges Stück der schwarzen Fliege — des *Heliothrips haemorrhoidalis* Bché. — sei; mit dem Schab-, Stich- und Saugapparate seines Mundes verursacht er jedem noch lebendigen Teile des Getreides, des Blattes, des Halmes, der Blüte, der Blütenteile und der unreifen Samen abnorm gefärbte, fein verletzte kleine Flächen, die sogenannten Thripsflecke, welche bloß durch ihre lichte, mehr weißlich-graue Mißfärbung von der übrigen gesunden, mehr oder weniger lichten, grasgrünen Oberfläche immer gut zu unterscheiden sind. Die Larve ist natürlich auch ein saugendes Tier, da sie aber nur unmittelbar vor oder schon während der Getreidereife vorkommt, kann sie bloß nur am reifenden, weichen Samen, also an den Körnern ihre Nahrung finden und das ist die Ursache, warum man so die gelben Larven, dieser Art — *cerealium*, also eines Sägethripses, wie auch jene roten Tubuliferen-Larven, also die eines Röhrenthripses, über welchen ich unten zu sprechen komme, bloß in den Ähren und ihren Ährchen und bloß nur auf den noch nicht ganz reifen Körnern findet.

Wie hoch die Bedeutung dieses — sagen wir — Thripslarvensaugschadens zu schätzen wäre, das werden wir später sehen.

Und nun zur Belingschen sogenannten nova species: zum *Thrips frumentarius* — 1872 —.[1]) Dieser Verfasser gibt eine kurze Beschreibung dieser, seiner Auffassung nach neuen Art und beschreibt auch ihre schädliche Arbeit.

Nach Belings Annahme wird dieses Tier dadurch schädlich, 1. daß es im Falle eines Roggenbefalles den Fruchtknoten einzelner Blüten benagt und daß infolgedessen in der Ähre (also an der Stelle des benagten Fruchtknotens) kahle (taube) Stellen entstehen, und 2. daß einzelne Ähren entweder ihr oberes Drittel oder die obere Hälfte, manche aber bloß die untersten 4—5 Ährchen verlieren.

Belings Beobachtung vom Jahre 1872 wurde nach 14 Jahren von K. Lindemann, Professor an der landwirtschaftlichen Akademie in Moskau wiederholt. Lindemann beschreibt seine Erfahrungen aus dem Jahre 1886 recht ausführlich. — Siehe seine schon früher angeführte Arbeit.

Als schädlich werden von ihm angeführt außer Belings *frumentarius* (Lindemann schreibt schon richtig *frumentaria*!), noch *Thrips secalina* Lind. (ist aber tatsächlich *Limothrips denticornis* Hal.), *Aptinothrips rufa* Hal., *Chirothrips antennatus* Osb. (ist aber die alte Art *Chirothrips mani-*

[1]) Theodor Beling zu Seesen am Harz veröffentlichte einen „Beitrag zur Naturgeschichte“ usw. in den Verhandlungen der k. k. Zool. Bot. Gesellschaft in Wien. — Bd. XXII (1872). — In diesem Beitrag bildet die Schlußabhandlung einen Artikel (S. 651 bis 654), welcher folgenden Titel führt: „Ein dem Getreide schädliches Insekt.“ — Dieses schädliche Insekt ist sein *Thrips frumentarius* n. sp.

cata Hal.) und *Phloeothrips armata* n. sp. (Nach Uzel ist das *Anthothrips statices* Hal.).

Der Schaden dieser 4 Arten soll darin bestehen, 1. daß sie durch ihr Anstechen und Saugen ein Absterben des oberen Teiles der Ähre bewirken, weil derselbe durch diesen Angriff „an der Spitze welk, und von weißer Farbe wird und statt der noch unausgebildeten Spelzen, bloß dünne, weiche und lange Haare trägt" (das wäre nach Belings Auffassung der 2. Schaden, aber hier ausführlicher beschrieben); 2. daß sie — die imagines et larvae — die Fruchtknoten der in der Entwicklung vorgeschrittenen Ähre anstechen, was zur Folge ein Absterben der Blüte hat und die Ursache tauber (besser gesagt: lückenhafter) Ähren ist, (dies ist Belings erster Fall!) und 3. daß die Larven dieser Art die Innenseite der Blätter der von den Blasenfüßen bewohnten Halme anstechen und dadurch „große gelbliche, oder weiße Flecke" verursachen! — Diese letzte Art des Schadens, dieser Thripsfleck, fällt wieder zusammen, mit den schon zweimal erwähnten Heliothripsflecken. Über diese letzteren ist praktischerseits nichts zu sagen. Sagt doch schon Lindemann selbst, daß diese Flecke dem Beobachter zwar auffallen, fügt aber als sein Urteil gleich dazu: „doch ohne einen Einfluß auf die Entwicklung der betreffenden Ähre auszuüben."

Der Lindemannsche zweite Schaden ist durchaus kein Thripsschaden, und wie die Blütenbiologen uns die Sache ganz richtig und fachgemäß erklären, beruht die Ursache der tauben oder lückenhaften Ähren auf einer mangelhaften Befruchtung (Bestäubung), welche bei so einer stark ausgesprochenen Windblütlerin, wie die Roggenähre ist, bei ungünstigem Wetter (Wind) leider nur zu oft auch ohne Thripse eintrifft. Vielmals hätte ich fast Lust, das Entgegengesetzte zu behaupten, daß die Thripse als Pollenverschlepper vielleicht eben das einholen können, was der Sturm, Regen, Wind und dergleichen Umstände bei der Roggenbefruchtung verschuldet haben!

Diesen Schaden, wie auch die Thripsflecke, wollen wir also als belanglose, oder praktisch nichts bedeutende Erscheinungen hier außer acht lassen. Es bleibt uns somit nur noch ein Schadenfall übrig und das ist der Fall der weißen, mehr weniger großen oberen Spitzen, welche als zart und schwach gebliebene Teile, oder wie Lindemann schreibt, als bloß dünne, weiche und lange Haare, von der Ähre herab oder seitwärts hängen und vom Winde so lange hin und her bewegt werden, bis sie abgebrochen auf die Erde fallen und spurlos verschwinden. Das ist Lindemanns erster, Belings zweiter Thripsschaden.

Die zarten, weißen, nicht gehörig ausgebildeten Ährenspitzen gleichen — oberflächlich betrachtet — dem Reihengras (Marienflachs, *Stippa pennata*). Dieses Vergleichen der weißen Ährenspitzen mit dem Reihengras ist beim ungarischen Volke, dessen Jugend diese letztgenannte Pflanze (ungarisch benannt: das Waisenmädchenhaar) als Hutzier mit besonderer Vorliebe benützt, ist eine sich sehr oft wiederholende Sache.

Die weißspitzigen Ähren, ich muß bemerken, kommen nicht jedes Jahr und nicht in gleicher Anzahl vor und wenn sie zu beobachten sind, so kommen sie auch dann nur vereinzelt und voneinander recht weit zerstreut vor. Man muß 10—15 Schritte im Getreide herumsteigen, bis man von einer weißen Ähre zur andern kommt.

Bevor ich weiter gehe, möchte ich noch erwähnen, daß um die Belingsche Zeit — 1879 — (*frumentarius* Bg.) schon auch aus Ungarn ein Bericht vorliegt, welchen mein Landsmann, Dr. Albert Szaniszló, Professor an der landwirtschaftlichen Akademie in Kolozsvár (Klausenburg, Ungarn) damals veröffentlicht hat.[1]) Er berichtet über seine Beobachtungen aus dem Jahre 1876 und bemerkt, daß „der Vorsommer sehr regnerisch war", und wenngleich er annimmt, daß diese Thripsart sich von einem oder anderen Teile der Ähren auch ernähre .... die Abnahme des Ertrages aber doch so gering sei, daß die Größe derselben bisher kaum bestimmt werden konnte. —

Als Thripsschaden wird angeführt von Lindemann und von A. B. Frank auch der ganz kahle, ährenlose unterste Teil der Ähre, wo auf mehreren Ährchenplätzen eine ununterbrochene Lücke zu beobachten ist. Dieser kahle Teil stammt aber nicht von irgend einem Schädling, sondern es ist eine Eigentümlichkeit mancher Getreidearten, welche bei schwach ausgebildeten Pflanzen in einer besonders auffallenden Weise bemerkbar ist. Insbesondere beim Roggen, wo manchmal ein Viertel von den untern Ährchen fehlt. Es ist dies nicht die Folge eines Thripsbefalles, noch irgend eines anderen Schädlings, sondern ein Zeichen schwachen Bodens, wenn eben nicht einer ausgearteten Getreideart! Diesen Mangel der Ähre kannten ganz gut schon auch die Altrömer, und nannten es als Gegenstück zum frit das urruncum.[2])

Die Larven des Getreidethripses (wie ich die Belingsche Thripsart — *Anthothrips frumentaria* Bg. — oder *aculeata* Fb., deutsch benennen möchte) sind auffallend schön rotgefärbt, bloß ihr Kopf, ihre Füße und die Afterspitze sind dunkelbraun und sind zur Zeit der Weizenernte in den Ähren allgemein vorkommende Tiere. Wie es Ende Mai oft eine bedeutende Menge der schwarzen Alttiere in den Ährenhüllen gab, so gibt es jetzt in den Weizenähren des vorletzten Reifezustandes fast ebensoviel oder noch mehr roter Larven. Ihr Vorkommen in so einer Ähre ist den ungarischen Landwirten allgemein bekannt. Selbst die Kleinwirte kennen dieses Tier genau, welches in der volkstümlichen Sprache, wenn ich den ungarischen Namen verdeutsche, „die Reife beschleunigender Käfer" heißt.

---

[1]) Szaniszló, Dr. Albert von, Beiträge zur Lebensweise vom *Thrips frumentarius* Bg. — Verh. d. Zool. Bot. Gesellschaft in Wien. Bd. XXIX, Sitzb. S. 33—36.

[2]) „Illud antem summa in spica iam matura, quod est minus quam granum, vocatur frit: quod in infima spica ad culmum stramenti summum, item minus quam granum — und das ist unser Fall — appellatur urruncum." — M. F. Varro, De re rustica, lib I. c. 48.

Diese etwas umschreibende Benennung, welche in der Ursprache kürzer ist (ung.: búza érleló bogár) deutet zugleich, wie der ungarische Bauer über die landwirtschaftliche Bedeutung dieser Kerbtierart denkt! Für schädlich hält er ihn nicht, betrachtet ihn aber als eine ganz alltäglich gewöhnliche, gut bekannte Erscheinung, natürlich ohne zu wissen, wer seine — Eltern waren!

Ich will andere Berichte bezüglich dieser Thripsart und der ihr zugeeigneten Schäden hier übergehen und komme nun zur Besprechung eigener Arbeit, welche ich eben in den ersten Jahren meiner praktisch-entomologischen Tätigkeit begonnen hatte.

Es gab damals, wie schon erwähnt, anfangs der 90er Jahre, eine Menge von Klagen von der Seite der ungarischen Landwirte, daß es im Juni, also genau im letzten Monate vor der Ernte, wie in Ungarn auch sonst gewöhnlich, sehr viel weißspitzige Weizenähren gibt. Die Organe der öffentlichen Presse machten dazu aus dem gewissen Floh einen Riesenelefanten. Man hätte damals meinen sollen, daß wir in Ungarn bald kein Brot mehr zu essen bekommen, und alles wegen der Weißährigkeit des Weizens. Zum Unglück mußte ich als angehender Fransenflügler-„Spezialist", die eingelangten Fragen erledigen, oder besser gesagt, den drohenden Sturm besänftigen, wenn es eben ginge.

Vieles konnte ich ja damals nicht sagen und noch weniger raten. Weil wir damals ein recht regnerisches Ende vom Mai und ebenso eines in der ersten Hälfte vom Juni hatten, so versuchte ich zu eigenem Unglücke mein Heil durch Prof. von Szaniszlós Aussage zu retten, welche er im Jahre 1876 über Thripse und über Thripsschäden gab. Der Vorsommer dieses soeben erwähnten Jahres war gleichfalls so regnerisch wie er im Jahre 1893 war und da wir vorläufig nach eigenem Belieben leider kein gutes Wetter machen können, wie es die Landwirte sich eben wünschen, so können wir auch keinen Rat geben, was zu tun wäre gegen die Thripse, wenn, um im Sinne der Szaniszlóschen Theorie zu reden, dieselben im und während des Regenwetters in der, die noch unentwickelte Ähre deckenden Hülle sich massenhaft ansammeln und so geschützt, eine gewisse Zeit von der noch zarten Ähre selbst ihre ärmliche Nahrung saugen und an manchen Ähren dadurch zur Ursache einer teilweisen Weißährigkeit werden ....

Nun erst jetzt kam über mich das — „Gewitter!" — Ich hatte dann noch lange als ein unglückseliger „Meteorologe" zu leiden ...

Wenn ich über diese Lage jetzt, fast nach mehr als 30 Jahren zurückdenke, fasse ich die Sache gar nicht so tragisch auf. Es kostete mich aber langer Jahre viele Nächte, daß ich an diese sogenannten Thripsschäden dachte, aber — schwieg! Alle meine Wissenschaftlerei und all mein Herumsuchen bei den damals schon berühmten Fachgenossen in der ganzen Welt, machte in mir das Bewußtsein nur stärker, daß wir, ohne Rücksicht auf die damals schon so mächtig arbeitende Fachliteratur auf

dem Gebiete der angewandten Entomologie noch recht im Finsteren sitzen und daß wir hinsichtlich des Blasenfußschadens auf einer erst recht falschen Fährte laufen! Hier galt es nun für mich nicht mit Neuigkeiten zu arbeiten, sondern alte, hergebrachte Ansichten auf das richtige, praktisch-theoretisch wahre Maß zurückzubringen!

Ich mußte lange Jahre warten, bis meine mächtige Lehrerin, die Heuschreckenplage mir, wie in manch anderer Hinsicht, so auch in dieser zur Hilfe kam und mich über vieles belehrte und aufklärte, und bis ich aus ihrer Elementarschule für praktische Entomologie durch viele Jahrgänge mancher nicht geahnten Studien bis zum gänzlichen Abschlusse meiner Lehrzeit gelangte! Ich will diese Schule hier nicht beschreiben. Ich möchte bloß über jenes Resultat dieser Lehrzeit berichten, welches mit dem Fransenflüglerschaden in Zusammenhang gebracht werden kann.

Es gab während der einzelnen jährlichen Dauer der Heuschreckenplage (Mai, Juni, Juli) Strecken, welche ich wochenlang fast tagtäglich befuhr und neben den Heuschrecken mir auch die bedrohten Getreidesaaten, so ihre tagtägliche erfreuliche Entwicklung, als auch ihr begonnenes Leiden, also den angeblichen Thripsschaden und seinen ununterbrochenen Ablauf besah! Ich machte hier keine Versuche, dazu gab es keine Zeit, sondern war bloß ein stiller, geduldiger Beobachter all dessen, was um mich herum auf den endlosen Weizenfeldern des ungarischen Flachlandes, also der einstigen ungarischen Steppe, während der sich dem Reifeabschlusse nähernden Entwicklung des Weizens und anderer dort angebauter Getreidearten vorging.

.... Ich wünsche, daß jeder Feldentomologe seine Schule bei den Heuschrecken mache, doch keinem Kulturlande wünsche ich, daß es seinem Feldentomologen dazu die Möglichkeit so einer Schule biete! ...

Da erschienen 1. schon anfangs April Weizen-, aber auch andere Getreidepflanzen, besonders in dem sich zu rasch entwickelnden Roggen, oder in der schwächlichen Gerste, oder in eben so einem Hafer zuerst einzelne Pflanzen, welche in einer merkwürdigen Weise krank waren. Die untere Hälfte oder die zwei unteren Drittel eines Triebes, Haupttrieb oder Seitentrieb, alles eins, waren stets regelmäßig entwickelt, vollkommen gesund und grün: der übrige obere Teil dieses Triebes jedoch war dagegen, wenn schon eben nicht braun und tot, doch immer gelb. Dieser letztere Teil war aus dem kranken Triebe mit geringem Kraftaufwand leicht herauszuziehen. Auch die wunde Stelle wurde leicht aufgefunden: sie war meistens, aber nicht in allen Fällen, unmittelbar über einem Halmknoten des sich noch en miniature-Zustande befindlichen Halmes. Die Lage ist die, daß der kleine Halmteil über der Wunde tot, jener unter der Wunde aber grün und gesund war. — Siehe Skizze 1: „weiß!"

Ein Schädling, oder irgend eine, genau sichere Spuren anzeigende Verletzungsart war an der Wundstelle oder um die Wundstelle des Triebes herum durchaus nicht zu merken.

Dann folgte die nächste, die 2. Erscheinung: es kamen die zarten, zusammengeschrumpften, seitwärts hängenden weißspitzigen Ähren, so wie ich sie in dieser Abhandlung hier schon früher beschrieben habe, und was ich einst jahrelang auch selbst für einen richtigen Thripsschaden hielt. Siehe Skizze 2 B. —

Mit ihnen zu gleicher Zeit oder später, aber immerhin noch vor der Ernte und nur in solcher Zeit, wo das betreffende Getreide noch recht grün war, erschienen ebenso einzeln und zerstreut, wie die früher er-

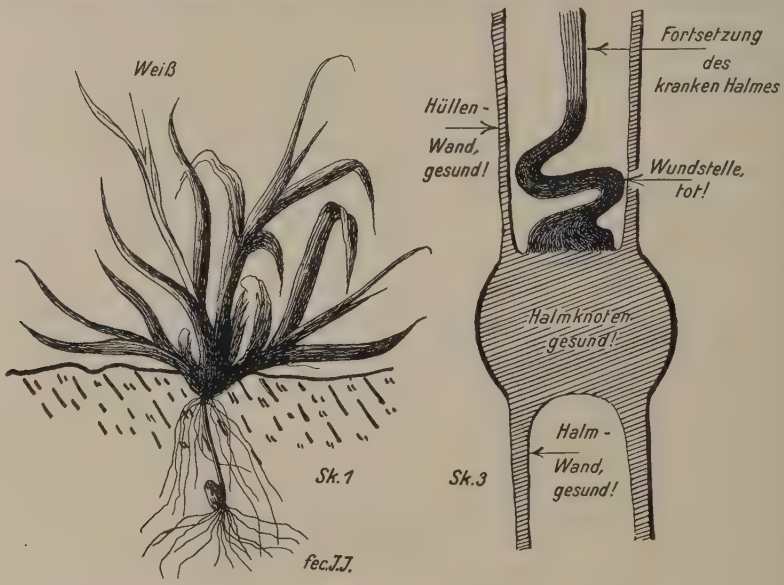

Abb. 1.
Sk. 1. Eine junge Weizenpflanze anfangs April. Einer der mittlern Triebe (der linke) weiß, tot.
Sk. 3. Durchschnitt durch den Halm einer ganz weißen Ähre: oberhalb des gesunden Halmknotens ist die schwarze (tote) Stelle des verletzten Halmes.

wähnten zusammengeschrumpften Ährenspitzen, 3. nun auch ganz weiße, vollwüchsige Ähren. Sie waren regelmäßig entwickelt, waren aber zu schlank, denn ihre Ährchen waren entweder ganz leer, oder waren die einzelnen Körner etwa bis zu einem Viertel, oder gar bis zu einem Drittel ausgewachsen, aber sie waren tot und gleichfalls zusammengeschrumpft, denn tot war schon die ganze Ähre! Es war aber nicht die ganze Pflanze tot, sondern bloß jener Teil des Halmes, welcher oberhalb der Wunde war. Die Wunde selbst befand sich einmal vielleicht über dem ersten (höchsten), das anderemal aber über dem nach unten zweiten oder dritten Halmknoten, seltener noch etwas tiefer. Was über der Wundstelle war, war tot. Die Wundstelle selbst,

welche durch die Hülle des Blattes verdeckt war, war am inneren Halme auffallend. Sie zeigt eigentümliche Windungen des noch zarten Halmteiles, aber nicht in einer spiral-periferialen, sondern mehr in einer zentralgeraden, flachen, wellenartigen Richtung. — Manchmal ist diese Windung einfach; sie kann aber auch doppelt und mehrfach sein. (Siehe Skizze 3.)

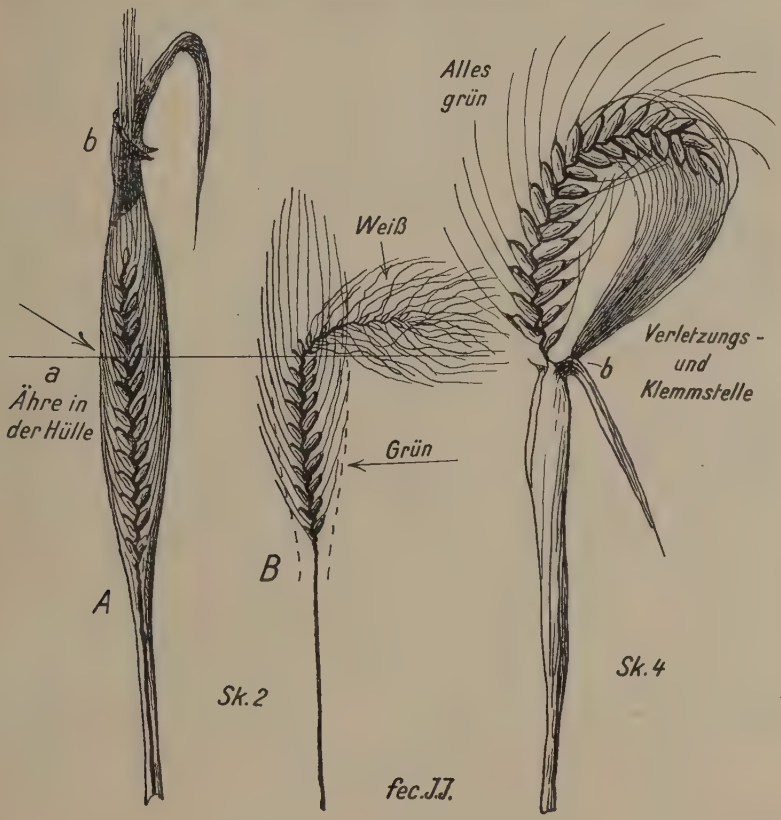

Abb. 2.

Sk. 2 A. Eine Weizenähre noch in der Hülle. Bei a die Anschlagstelle, deren Folgen in derselben Skizze bei B (die Weißspitzenährigkeit) zu sehen sind; bei b dagegen das beschädigte Ährchen, dessen Folgen in der k. 4 bei b zu sehen sind und darin bestehen, daß die Grannen (der Bart) der Ähre eingeklemmt bleiben. (Alle Skizzen Originale des Verfassers.)

Die Wundstelle ist je nachdem gefärbt, entweder ist sie noch schmutzigweißlich, oder schon mehr gelblich-braun, wenn nicht ganz braun oder schwarz und tot. Die frei und aufrechtstehende Ähre ist tot und von der Sonne schon ganz gebleicht, ganz weiß und somit schon von der Ferne gut bemerkbar. Diese ganz entwickelten weißen Ähren verraten ihre Wertlosigkeit schon durch ihr strammes, gerades Aufrechtstehen.

Und nun kommt der letzte, der 4. Fall. Er ist auch um die Zeit vor der Ernte zu beobachten unmittelbar darnach, wenn die Ähren sich aus den Ährenhüllen herausgearbeitet haben. Da gibt es Fälle, wo viele von den Ähren mit der Spitze ihrer Grannenbüschel, also mit der „Bartspitze" in einem oberen Teil der Ährenhülle eingezwängt, von der Hülle aber so fest erfaßt werden, daß die Ähre sich aus derselben nicht in ihrer regelrechten Art herausarbeiten kann, um aufrecht zu stehen, sondern, ich möchte fast sagen, beim Schopfe — den Grannenenden — erwischt, festgehalten wird, wogegen der ganze übrige Teil der Ähre auf eine eigentümliche mehr in einer ei- als kreisrunden Form gewunden bleibt. (Siehe Skizze 4).

Diese in so einem mißgeformten Zustande zu beobachtenden Ähren befinden sich manchmal gleichfalls einzeln. Ihre Halme sind nicht selten kleiner, kürzer, weil sie durch ihre regelrecht entwickelten Nachbarhalme überholt werden. Manchmal ist aber diese Erscheinung eine auffallend zahlreiche. Zum Beispiel in manchem Falle bilden die so ringförmig gebogenen Ähren fast eine ganze, zu der Anbaurichtung schräge Querwelle. Dies ist um so auffälliger, weil solche Querwellen nahe und parallel zueinander sich oft in einer bedeutenden Anzahl und in einer Länge von mehr als 2—3 m wiederholen können, wie wir dies hier in Ungarn beim Weizen im Jahre 1925 in einem auffallenden Grade beobachten konnten. Die eingeklemmte Ähre selbst ist grün, später normalerweise reif, zufolge des Buges der Ähre aber liegen und schmiegen sich die Ährchen nicht aneinander, sondern sie stehen entsprechend dem Buge der Ährenspindel etwas abseits und mit voneinander noch mehr abstehenden Grannen.

Die so verunstalteten Ähren behalten diese Form zumeist bis zur Ernte. Einige wenige befreien vielleicht ihre Grannen aus der Klemme und richten die so frei gewordenen Ähren und Grannen, soweit es noch nicht ganz spät ist, etwas aufwärts, der meiste Teil der Grannen behält aber die einmal erzwungenerweise so eingenommene Form für immer.

Die Körner dieser Ähre sind augenscheinlich normal und ausgereift, aber ob ganz vollwertig, das mag dahingestellt sein.

Aus dem hier Vorgetragenen ist sichtbar, daß wir vor uns 4 Erscheinungen haben, welche nun einer Beurteilung unterzogen werden müssen.

Im ersten Falle haben wir eine ganz junge, etwa 20—25 cm hohe Saat im Frühjahr, deren Pflänzchen zwischen ihren anderen gesunden Trieben hie und da je einen Trieb haben, dessen obere Hälfte gelb oder schon ganz weiß und tot ist (Skizze 1); im 2. Falle haben wir vollkommen ausgebildete Halme mit schon freien Ähren, deren oberer Teil, die Spitze, gleichfalls tot ist (Skizze 2 B); im 3. Falle vollkommen ausgebildete Halme mit ganz toten Ähren (Skizze 3) und im 4. Falle eben solche Halme mit Ähren, deren Grannenspitze büschelweise eingeklemmt ist und

deren Ähre eine unregelmäßige, kreis- oder eiförmig gebogene Stellung einnimmt (Skizze 4).

In dem ersten und dritten Falle ist die Ähre ganz verloren, der Schaden ist somit ein vollkommener. Von den beiden anderen ist der zweite Fall ein teilweiser Schaden, weil bloß nur der obere Teil der Ähre in Verlust geriet; der vierte Fall, also die kreisrund gebogene Ähre, verliert noch mehr an Bedeutung, weil ihre Körner wohl möglich an Gewicht und an innerem Wert verlieren, aber dieser Verlust kann durchaus kein bedeutender sein.

Vor uns liegt jetzt nur die zu beantwortende letzte Frage, was ist die Ursache dieser in jedem Fall unregelmäßigen Erscheinungen?

Nach einer langen Reihe sorglicher Beobachtungen und einer gründlichen Beurteilung der hier eingereihten Erfahrungen, finde ich zwischen den beobachteten Erscheinungen einen Zusammenhang, der mich schließlich zu jener Meinung bringt, daß alle diese vier Fälle eines gleichartigen, ich möchte sagen, eines gemeinsamen Ursprunges sind, und wenn wir zwischen ihnen augenscheinlich auch welche Unterschiede finden, so liegen dieselben vielmehr in dem zeitweiligen Entwicklungszustande der betreffenden Pflanze, als in der Ursache, welche ich für die hier in Anbetracht genommenen vier Fälle für eine gemeinsame halte.

Im ersten Falle, wenn an einer gesunden Saatpflanze, welche mehrere Triebe hat, bloß nur ein Trieb, oder richtig gesagt, bloß die obere Hälfte eines Triebes krank ist und er eine entschieden charakteristische Wundstelle aufweist, auf welcher weder Fraß- und Stichspuren, noch irgend welche Schädlinge anzutreffen sind und von diesem Trieb nur die obere Hälfte krank, oder gar schon tot ist, ist nur eines möglich: nämlich nur eine mechanische Verletzung des Triebes an der betreffenden kranken Stelle. Die Möglichkeit dazu ist vielfach geboten. Denken wir an die Pflanzenpflege der Saaten im Frühjahr! Das Eggen, das Walzen, dann der in Ungarn nicht nur bloß auf den leichten Sandböden, sondern auch im allgemeinen noch immer zu sehr ausgiebige Gebrauch der Dornegge, der Ackerstreife usw. Die Möglichkeit einer Beschädigung ist hier nicht nur allgemein, sondern auch zugleich einleuchtend!

Dem ist aber nicht ganz so! Wo ich so gekennzeichnete, auffallend kranke Triebe fand, bestätigte die Nachfrage nie, daß das weißtriebige Feld etwa geeggt, gewalzt oder abgestreift worden wäre. . . .

Genau ebenso ist die Lage mit den ganz weißen Ähren im Falle drei. Hier ist der Verdacht einer derartigen mechanischen Verletzung, wie im ersten Falle, um so weniger begründet, da so eine frühjährliche Saatpflege, zufolge deren, nur hier und da und bloß einzelne und schon so hohe Pflanzen verletzt werden könnten, undenkbar ist. Wollte man aber die Verwundung in einer früheren, vergangenen Zeit suchen, also da die Pflanze noch klein war, dem stände im Wege wieder jene Tatsache, daß ein in seiner jüngeren Entwicklungszeit so beschädigter Trieb

nie zu einer vollkommenen, so regelrecht hohen Ausbildung seines Halmes und seiner Ähre kommen würde, wie dies hier der Fall ist.

Hier in beiden Fällen — weiße Hälfte eines Triebes, und eine weiße ganze Ähre — ist die Ursache der Beschädigung entschieden eines mechanischen Ursprunges und ist vor allem auf die Hiebe und Schläge eines mächtigen Windsturms zu führen, bei welcher Gelegenheit die zarten, noch in ihrem meristematischen Entwicklungszustande sich befindenden Gewebe der betreffenden, jetzt aber schon kranken Stellen, an andere ältere und härtere Teile der Nebentriebe, oder später an ältere Nebenhalme, oder wenn die Saat noch jung und niedrig ist, möglicherweise auch an die Erdoberfläche selbst anschlugen und so die Verwundung und nachher das Absterben der betreffenden Stelle verursachten.

Wer einmal gesehen hat, wie ein starker Windsturm im Frühling nicht nur Ende Mai, wenn manches Getreide (besonders der Roggen und etwas später der Weizen) eine mehr als 50 cm Höhe erreicht hatte, arbeiten kann, und wie so ein dahin rasender Windstoß die Halme hin und her schlägt, einander kreuzend in alle möglichen Richtungen hinschleudert und wie er schon in den Apriltagen kräftig lossaust, als wenn er die niedrige Saat von der Erdoberfläche nicht nur wegkehren, sondern fast wegraffen wollte: dieser Beobachter wird nicht nur nicht staunen, daß es nachher beschädigte Triebe und Halme gibt, sondern daß es nur so wenige gibt?

Diese Möglichkeit einer derartigen Verletzung dauert bei den Getreidearten so lange, so lange es am Halme Stellen gibt, die zufolge ihres interkalaren Wachsens (also zufolge diesartigen Längenwachstums) ihre Gewebedifferenzierung noch nicht zum gänzlichen Abschluß brachten, was, wie wir wissen, beiläufig erst mit der Gelbreife (hier volkstümlich auch Goldreife und Wachsreife genannt) der Getreidekörner eintritt. Diese beiden erwähnten Verletzungen (Fall 1 und Fall 3) können hier in Ungarn vom April an bis zur zweiten Hälfte Juni vorkommen.

Diese zwei Fälle (1 und 3) reihte zwar meines Wissens noch niemand unter die Thripschäden, ich führe sie hier zwar nicht als Thripsschäden, aber deswegen an, weil sie mir einen sächlich richtigen Übergang zu der Deutung des sogenannten Hauptripsschadens, also hier des 2. Falles, ermöglichen.

Diese dritte Verletzung (2. Fall) ist derjenige Fall, in welchem nämlich die Ähren mit den weißen Spitzen vorkommen und welche eine teilweise Weißährigkeit der Getreidearten bilden. — Skizze 2 B.

Die Erklärung und ursachliche Begründung dieser Erscheinung war schon vom Anfang her immer eine der härtesten Nüsse für mich. Ich glaubte schon längst an keine Thripsschäden, glaubte nicht an Szaniszlos Theorie, (nämlich die Thripse flüchten sich zur Regenzeit in die Ährenhülle und saugen an der Ähre, welche demzufolge nur weißspitzig wird), ich glaubte auch nicht an die Hageltheorie, laut welcher die Weißspitzig-

keit der Ähre dem Hagelschlag zuzuschreiben sei. Ich konnte auch meinen Landleuten nicht beistimmen in der hier noch immer landläufigen Nebeltheorie, laut welcher ein dicker, schwerer, angeblich sogar stinkender (?) Frühjahrsnebel die Ursache vieler Schäden, und unter diesen auch des jetzt behandelten Thripsschadens (Weißspitzigkeit der Ähren) sein soll.

Um so mehr schien mir mehr wahrscheinlich zu sein, daß die Ursache dieser Erscheinung der Frühjahrsfrost sei! Ungarn ist ja hauptsächlich das Land, wo die „gestrengen Herren", die Frostheiligen herrschen, welche im Mai die Grün- oder die Schwarzfröste verursachen, wenn eines Morgens nach so einem Maifrost das ganze grüne Laub langer Strecken unerwartet schwarz wird!

Was so ein Frühjahrsfrost heißt, mag zu seiner Erklärung dienen z. B. jener Fall, daß ich im Jahre 1925, am 19. Mai, als ich „unten" im ungarischen Tieflande mich aufhielt, früh geweckt durch eine recht dicke Eisscheibe „beschenkt" wurde, welche beim Zugbrunnen aufgehoben, mir in das Zimmer geschickt wurde, bloß nur um zu kennzeichnen den Anfang der damaligen Tagestemperatur!

Mein Glaube an den Maifrost war aber auch nicht ganz beruhigend. Er erklärte mir nicht restlos das bloß zerstreute, oft sehr bescheidene Auftreten der weißspitzigen Ähren auch nach einem ziemlich starken Frost. Das bloße Verkühlen, oder eine Unterkühlung der Ähren, welche ich zur Aushilfe auch heranzog, wollte und konnte auch nicht ganz helfen!

In Hamburg bei der Tagung der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie (1925), wo ich — mich den Zeitumständen anschmiegend — die Frage der Thripsschäden etwas zu kurz und auch zu rhapsodisch behandelte, hielt ich am Frost und an einer Verkühlung als der Ursache der Weißspitzährigkeit noch aus, welche Behauptung zwar während der Verhandlung nicht ganz entkräftigt, aber wenn nicht ganz den Thripsen, so auch anderen, öfters beobachteten Schädlingen (in dem Halme lebenden Milben und Fliegenarten) zugeeignet wurde.

Die Spindel und die Spelzen der Ährchen der weißspitzigen Ähre, was ihr Gewebe betrifft, sind gut ausgebildet, aber bevor sie mit einem entsprechenden Inhalt (Stärke) ausgefüllt werden, sterben sie ab, und je früher dieses Absterben eintraf, desto zarter ist der Zustand der abgestorbenen Teile. Dies mag gelten so im Falle der weißspitzigen Ähre (Fall 2), als auch im Falle einer vollkommenen Weißährigkeit (Fall 2). — Die toten Ährenspitzen, ihre Ährchen, zeigen weder Fraß- noch Stichspuren, bloß jene einer Verschrumpfung.

Ich schloß also deswegen schon damals in Hamburg aus der Besprechung der Frage über den Urheber dieser Ährenverletzung jedweden Schmarotzer aus, so jene oberhalb erwähnten aus dem Tierreich, wie auch jene eines pflanzlichen Ursprunges, weil ich solche während den Beobachtungen dieser Erscheinung durch mehr als drei Dezennien nie zu Ge-

sichte bekam. Dies kann ich um so mehr behaupten, weil ich die hier in Betracht zu nehmenden Milben (Tarsonemus, Pediculoides) und Fliegenlarven mit ganz anders gearteten Verletzungen des öfteren beobachten konnte, in diesem Falle aber, mit dem wir uns jetzt beschäftigen, ich weder dieselben, noch ihre charakteristischen Beschädigungsweisen angetroffen habe.

Nach meinem Vortrage und nach der Hauptsitzung besprach ich die Frage noch mit mehreren Mitgliedern der Versammlung, so unter andern auch mit Dr. Bodenheiner, Tel Aviv, Palästina, der an der Frostannahme zuerst auch einen Zweifel hegte und zufolge meiner Bemerkung die Ursache vielmehr nur in einer Verkühlung zu suchen glaubte, denn wie er mir mitteilte, kommen in Palästina die weißspitzigen Ähren eben in so einer Form, als jene Muster, welche aus Ungarn stammen und welche ich der Versammlung zur Zeit der Tagung in Hamburg vorgelegt habe. Dr. Bodenheimer teilte mir mit, daß es in Palästina solche Fröste, welche mit diesen weißspitzigen Ähren im Zusammenhang gebracht werden können, gar nicht gibt!

Dr. Bodenheimers Mitteilung, welche aus dem südlichen Warmgebiet für mich neu war, zwang mich zu einer neuen Durcharbeitung meiner Ansicht, meiner Annahme und auch zu einer neuen Bearbeitung des betreffenden Materials. Auf Grund all dessen muß ich hier mitteilen, daß auch jene genannten zwei Schäden (Fall 2 und 4) derselben Ursache zuzuschreiben sind, wie schon der besprochene Fall 1 und 3, also sie sind auch nicht nur eines mechanischen Ursprunges, sondern man muß dieselben auch als einen ausgesprochenen Windschaden halten.

Was den Fall 2 betrifft, die Weißspitzigkeit der Ähre, so ist er allerdings nicht so klar und nicht so leicht verständlich als Fall 1 und 3. An der Stelle, wo der gesunde Ährenteil aufhört und der obere kranke (weiße) Teil beginnt, ist keine Übergangsstelle, keine Verletzung zu bemerken, wie in den schon früher besprochenen Fällen. Dies ist aber leicht zu begreifen. Mag die Verletzung, also der Anschlag der später weißspitzig werdenden Ähre, dann eintreffen, so lange diese Ähre noch in der Hülle, oder auch schon außer derselben sei: der Anschlag trifft dann die schon feste, mit einem erhärteten Blattgewebe versehene Hülle nicht mehr tödlich, sondern ist bloß tödlich nur für das zarte, noch nicht widerstandsfähige Gewebe der durch die schon feste Hülle geschützten Ährenteile. Was von der Ähre oberhalb der Anschlagstelle ist, stirbt ohne jedweden Übergang ab, was aber unterhalb liegt, bleibt lebendig, und wenn es vielleicht wahr ist, wie dies hierzulande behauptet wird, macht den oberen Verlust dadurch wett, daß die unteren Körner zu einer um so größeren und besseren Entwicklung kommen.

Bei der Besprechung dieser drei vorangegangenen Fälle und ihres Ursprunges vergessen wir nicht, daß das seine ganze Differenzierung beendigte und eine vollkommene Ausbildung, fast sein gänzliches Ausreifen

erreichtes Gewebe, wie in unseren Fällen, jenes der Ährenhülle, immer elastischer und mehr widerstandsfähig ist, und nicht so leicht verletzt werden kann, wie das innere zarte, noch innerhalb der Grenzen einer unbeendigten Differenzierung, also gewöhnlich noch in seiner meristematischen Entwicklung sich befindende Gewebe. Vergessen wir bei dieser Betrachtung auch das nicht, daß hier die Rede von der Entwicklung einer Gramineen-Gruppe ist, und bei dieser ist die getroffene, verletzte Stelle in unseren angeführten vier Fällen immer diejenige, welche zufolge der interkalaren Streckung des Halmes zuletzt ausreift und geschützt durch die schon feste, äußere Hülle, sich immer oberhalb des Halmknotens befindet: also, wie wir sahen, dort, wo zufolge des längsten meristematischen Verbleibens auch die Verletzung des Halmes stets möglich und gefährlich bleibt und wo sie dann auch tatsächlich beobachtet wird.

Also auch die weißspitzige Ähre ist keine von Thripsen verletzte, sondern durch eine mechanische Kraft beschädigte Ähre!

Und nun zum Fall 4. — Das ist der leichteste, welcher auch auf eine mechanische Verletzung zurückgeführt werden kann. Aus der Skizze 4 ist zu ersehen, daß die Krümmung der Ähre dadurch verursacht würde, daß ihr Bart, also das Grannenbüschel, oft ganz, manchmal aber nur teilweise an einer Stelle der Ährenhülle eingeklemmt wurde. Diese Stelle aber, an welcher der Bart so eingezwängt bleibt, ist das sogenannte Öhrchen der Hülle, also jene Stelle, wo die Hülle dieses Blattes aufhört, und der Spreiteteil seinen Anfang hat. Hier wird in unserem Falle fast immer diese Stelle angeschlagen oder geknickt, selten etwas höher oder tiefer, und diese Stelle ist es, welche durch einen recht starken Hieb getroffen so beschädigt wird, daß sie braun werdend, abstirbt und ganz eintrocknet. Durch dieses Eintrocknen wird der Bart der Ähre, wenn er eben noch an der Anschlagstelle im Öhrchen der Blatthülle sich befindet, so fest gepackt und gehalten, daß die emporschießende Ähre die Grannen nicht mehr hinausziehen kann und somit, wenn die ganze Ähre aus solch einer Gefangenschaft, also aus der Blatthülle hinaus will, tatsächlich sich nur mit einem krummen Buckel losmachen kann. — Siehe die Skizze 2, wo oben bei b die Stelle des Anschlages, in der Skizze 4 bei b die Verletzung und die Einklemmstelle des Ährenbartes zu sehen ist.

Die eingeklemmten Grannen sind ziemlich wirr und verkrümmt, und wenn in manchem Falle sie auch wahrlich aus „der Klemme“ hinausgeraten sind, bleiben sie dennoch verwirrt und geben zu wissen an, wessen Ursprungs eigentlich sie sind.

* * *

Wenn ich nun noch einen Rückblick auf das hier besprochene Material und auf die hier behandelten 4 Fälle werfe, glaube ich anzunehmen, daß ich den richtigen Zusammenhang, welcher zwischen den vorgeführten Erscheinungen besteht, hervorgehoben habe.

Die besprochenen Verletzungen und Beschädigungen sind nicht nur meines Erachtens nach durchaus keines tierischen Ursprunges und abgesehen von dem irrtümlich gedeuteten englischen, mehr als ein Jahrhundert alten Saatthrips-(*Cerealium* sp.) Fall, findet man keinen sächlichen Zusammenhang auch in den Getreidethrips-(*frumentaria* sp.) Fällen zwischen diesem Tiere und dem angeblich von ihm verursachten Schaden!

Ich bin froh, daß ich eben in Hamburg und bei der Zusammenkunft alter und lieber Freunde aufmerksam gemacht, durch einen jungen Kollegen, auf die Verhältnisse in Palästina, auf die richtige Fährte gelangte, welche mich, wie ich glaube, zur richtigen Lösung dieser ziemlich schwer übersichtlichen Frage führte.

Der Fall 2, also die so oft erwähnte, besprochene und gedeutete Weißspitzigährigkeit der Getreideähren war für mich lange Zeit nicht leicht erklärlich, und war ein tatsächliches „missing ling" in der Kette der Erklärung und in dem ursächlichen Zusammenhang dieser Frage.

Ich kann diese Besprechung nicht besser zum Abschluß bringen, als wenn ich auf eine alte, auf unsere alte ungarische kulturhistorische Bedeutung bezeugende Tatsache hinweise und anführe jene gesetzliche Verfügung, welche zwar eines gleichfalls altgermanischen Ursprunges ist, und von unserem guten ungarischen Könige, von Koloman II., mit dem Beinamen der „Bücherfreund" (herrschte von 1095 bis 1160) stammt.

Er erließ ein Gesetz, welches lautete: „de strigis, quae nont sunt, nulla quaestio fiat", d. h. über Hexen, welche es nicht gibt, ist kein Verfahren anzustrengen, was in unserem Falle soviel bedeutet, daß wir über Thripsschäden im Getreide, welche es eigentlich gar nicht gibt, auch getrost zur Tagesordnung übergehen können mit jenem Bewußtsein, daß, was in den Getreidesaaten bislang als Thripsschaden gegolten hat, in Wirklichkeit eine Verletzung mechanischen Ursprunges sei!

Beiträge zur experimentellen Parasitologie.

I.

Über Verfahren zur Untersuchung von Quaddeln und anderen Hauterscheinungen nach Insektenstichen.

Von

Albrecht Hase, Berlin-Dahlem.

(Mit 21 Abbildungen im Text.)

Inhalt.

Seite

A. Einleitung 244
1. Rückblicke und Ausblicke 244
2. Über Besonderheiten der Versuche mit stechenden Insekten und über Größenbestimmungen 249
B. Allgemeines über die Verfahren der Untersuchung von Insektenstichen . . . 256
1. Über den Wert der beobachtbaren Erscheinungen überhaupt 256
2. Über die subjektiv spürbaren Empfindungen 257
3. Über die objektiv beobachtbaren und meßbaren Erscheinungen und Vorgänge 260
C. Über die technischen Verfahren der Untersuchung von Insektenstichen . . . 261
1. Über Markierungen auf der Haut 261
2. Über die Zeitbestimmungen 266
3. Über Photographieren und Abbilden von Hauterscheinungen 266
4. Über künstliche mechanische Verletzungen der Haut 272
5. Über das Erzielen von Insektenstichen 274
6. Über Temperaturmessungen, insbesondere über Temperaturmessungen der Haut 276
7. Über die Beobachtungen der Hautkapillaren und der lebenden Haut . . . 281
8. Über ein Maß der Empfindlichkeit der Haut und über das Messen und Auswerten der Quaddeln 283
9. Über die graphische Darstellung der Hautreaktionen nach Insektenstichen . 289
D. Schlußbemerkungen 293
E. Schriftennachweis 294

A. Einleitung.

1. Rückblicke und Ausblicke.

Seit etwa 5 Jahren beschäftige ich mich mit Untersuchungen über blutsaugende Insekten. Bekanntlich stechen diese Formen die Haut des Menschen und der Tiere an, um die Blutnahrung mit dem Mundstachel aufzusaugen. Ebenso bekannt ist es, daß diese Art von Insektenstichen[1]) in der Haut eigentümliche Erscheinungen bei fast allen Personen hervorrufen, welche gemeinhin als „Quaddeln"[2]) bezeichnet werden. Im streng medizinischen Sinne handelt es sich aber nicht um Quaddeln (Urticaria) allein, sondern um eine Reihe mehr oder minder eng zusammenhängender und gegenseitig bedingter Hauterscheinungen. Die Quaddel ist allerdings die, auch für den Laien, am sinnfälligste Erscheinung. Zieht man die neueren Handbücher über Hautkrankheiten zu Rate, um über diese Quaddeln und sonstige Erscheinungen nach dieser Art von Insektenstichen etwas Genaueres zu erfahren, so wird man ziemlich enttäuscht. Immer wieder finden sich allgemein gehaltene Angaben. Ich lasse zur Sache selbst einige bekannte Dermatologen sprechen.

Kaposi (1899) äußert sich wie folgt a. a. O. S. 1050: „Die durch die Kleiderlaus veranlaßten Exkoriationen haben aber auch etwas Eigentümliches. Dies rührt daher, daß die Kleiderlaus mit ihren größeren Fraßwerkzeugen direkt eine flächenhafte Verletzung der Haut bewirkt, und daß durch ihr kräftiges Saugen rings um die Bißwunde eine große Quaddel entsteht."

---

[1]) Vom biologischen Standpunkt aus ist zu unterscheiden, ob Insektenstiche von Insekten verursacht werden, die einen Wehrstachel (wie z. B Hornissen, Bienen, Wespen) besitzen, oder ob die Stiche von Formen herrühren, welche einen Mund-(Saug-)Stachel (wie z. B. Bremsen, Mücken, Flöhe, Wanzen) besitzen. Der Wehrstachel ist ein Anhangsgebilde des Hinterleibes; er tritt zur Nahrungsaufnahme nicht in direkte Beziehungen. Der Mundstachel wird zur Abwehr (von ganz besonderen Fällen abgesehen) nicht benutzt, er tritt aber bei der Nahrungsaufnahme stets in Tätigkeit. Bei den vorliegenden Erörterungen handelt es sich fast durchgängig um Stiche, die von Insekten mit einem Saugstachel verursacht werden. An anderer Stelle wird darüber ausführlich gesprochen werden.

[2]) Das Wort „Quaddel" findet sich seit langem in allen medizinischen Lehrbüchern. Da ich nirgends eine etymologische Erklärung darüber fand, so bat ich einen Germanisten um eine entsprechende Feststellung. Die nachfolgenden Angaben verdanke ich Herrn Dr. Günther Hase, Leipzig:

„Quaddel", neuhochdeutsch; Herkunft unsicher, nur sporadisch belegt. Sigm. Feist, Etymologisches Wörterbuch der gotischen Sprache, 2. Aufl., Halle, Verlag Niemeyer 1923, stellt es zu gotisch: quipus = Leib, Mutterleib. Vielleicht sind auch altisländisch: kodde = Polster; altenglisch: codd = Hülse, Schote; altdeutsch: quedilla, quadilla = Hautbläschen verwandt. Ferner englisch: cod = Tasche, Beutel, Fruchthälfte, Magen, Bauch. Dazu altenglisch in der Form: codde. — Nach El Steinmeyer und Ed. Sievers, Berlin 1879—95, Verlag Weidmannsche Buchhandlung, die althochdeutsche Glossen gesammelt und bearbeitet haben, ist das Wort in verschiedenen Formen gelegentlich Glosse für lateinisch: pustula, papula. Die gewöhnliche Glosse hierfür ist in derselben Bedeutung: gisprinc oder anchweiz. Alle Beziehungen sind aber unsicher und dunkel.

Besnier, Brocq und Jacquet (1900) sagen über die Flohstiche a. a. O. S. 849: „La piqûre détermine une élevure rouge, dure, d'aspect inflammatoire, centrée par un point hémorragique, accompagnée parfois d'un gonflement notable des parties roisines et d'une sensation de brûlure vive et douloureuse. Cette réaction est du reste très variable suivant les individus."

Was Heller (1910) a. a. O. S. 72 betreffend der Urticaria bei Tieren schreibt: „Nicht studiert, obwohl vorhanden, ist die bei den behaarten Tieren durch Insekten hervorgerufene Urticaria" hat auch heute noch Gültigkeit.

Vier Jahre später schreibt Lesser (1914) in der 13. Auflage seines Handbuches a. a. O. S. 289: „Die Anwesenheit der Kopfläuse ruft zunächst heftiges Jucken hervor, welches durch den Biß der Tiere, die Blut aus den Kapillaren saugen, und durch ihre Bewegungen bedingt ist." Und ferner a. a. O. S. 291: „Die Kleiderlaus . . . . . durchbeißt die Epidermis und zieht nun mit ihrem Rüssel das Blut aus dem Papillarkörper. Hierdurch wird stets intensives Jucken erregt und das infolge davon stattfindende, heftige Kratzen bringt die auffälligsten Merkmale hervor." Und über die Filzlausquaddeln sagt er, a. a. O. S. 293: „Das Jucken, welches die Filzläuse hervorrufen, ist nicht so heftig als das durch die Kleiderläuse veranlaßte, aber es besteht, entsprechend der mehr seßhaften Lebensweise der Parasiten, kontinuierlicher auf denselben Stellen."

Bei Wolff und Mulzer (1917) ist zu lesen, a. a. O. S. 371: „An der Stelle, an welcher die Kleiderlaus in die Haut einsticht, bildet sich nämlich stets eine größere Quaddel, da die Wirkung des Bisses eine viel intensivere ist, wie die der Kopflaus. Die Haut wird an diesem Punkte serös und blutig durchtränkt und erhält eine lockere Beschaffenheit. Der darüberfahrende Nagel bringt daher eine tiefere Verletzung hervor, so daß an den Exkoriationen große Substanzverluste entstehen, die sich mit Krusten bedecken." Ferner heißt es bei Wolff und Mulzer a. a. O. S. 375: „Die Filzläuse verursachen ein ziemlich starkes Jucken, da ihr Biß recht heftig ist und kleine Blutbörkchen auf der Haut hervorruft."

Jesionek (1921), der sich sonst ziemlich ausführlich mit „Dermatozoonosen" in seiner speziellen Dermatologie befaßt, sagt betreffend die Wanze und ihrer Stiche, a. a. O. S. 520/521: „Dabei treten nicht nur an der Einstichstelle, sondern überall, wo das Tier bei seiner Wanderung über die menschliche Haut sein Sekret abgesetzt hat, Quaddeln auf, Urticaria e cimice, meist von beträchtlichem Umfange." Über Mückenstiche (durch *Culex pipiens* verursacht) schreibt er a. a. O. S. 530: „Die Weibchen sind es, welche mit ihrem Stechapparate am Orte des Einstichs das Auftreten von Quaddeln oder von Knötchen quaddelartiger Beschaffenheit, Urticaria papilosa, bewirken und brennende Schmerzen und Jucken verursachen."

Als einer der neuesten Verfasser[1]) möge Zieler (1924) zu Worte kommen. Bei ihm heißt es a. a. O. S. 192 und 193: „Die Kopfläuse rufen ein sehr starkes Jucken hervor." „Die Kleiderläuse verursachen gleichfalls einen sehr starken Juckreiz, der die Kranken zu heftigem Kratzen veranlaßt. In frischen Fällen sehen wir an den hauptsächlich befallenen Stellen stark juckende, urticarielle Erhebungen (wie papulöse Urticaria)." Über die Filzläuse (*Phtirus pubis*) schreibt er a. a. O., S. 194: „Sie rufen ein Jucken hervor, das nie so stark wird, wie das durch Kleiderläuse verursachte, jedoch unter Umständen, besonders in der Bettwärme, die Kranken ziemlich belästigt. Wir finden aber fast nie Pyodermien, so daß die Art des Juckens und Kratzens wohl eine andere sein muß als bei Kopf- und Kleiderläusen." — Als letzter komme Frühwald (1925) zu Worte. Auch er wiederholt die irrtümlichen Angaben von Jesionek über die Bettwanze und ihr Sekret. A. a. O. S. 198 und 199 schreibt er: „Die Bettwanze verursacht an der Stichstelle, aber auch an anderen Hautstellen, die mit ihrem Sekret in Berührung gekommen sind, heftig juckende Quaddeln, die zerkratzt werden. Die Quaddeln schwinden nach wenigen Stunden, so daß meist nur die Kratzeffekte zu sehen sind." Diese Proben mögen genügen! Daß manches direkt Falsche enthalten ist, sei hier nur nebenbei bemerkt. An anderer Stelle werde ich auf Einzelheiten dieser Irrtümer einzugehen haben. Ein Vergleich der Äußerungen läßt erkennen, daß man in den letzten 15 bis 20 Jahren in der Erkenntnis und der Methodik der Untersuchung nicht viel weitergekommen ist. Absichtlich ließ ich deshalb Verfasser aus diesem Zeitraum zu Worte kommen.

Zieht man ferner die sehr verstreute Literatur über Insektenstiche heran, so treten nach dieser Richtung auch Lücken zutage. Vor allem fehlt es an Angaben über besondere Verfahren, welche gestatten, schnell und bequem, die so wechselvollen Gebilde der Insektenquaddel und der damit zusammenhängenden Erscheinungen zu untersuchen. Um weiter zu kommen, war ich gezwungen mir eigene Meß- und Beobachtungsverfahren auszusinnen, da ich mit den meist allgemein gehaltenen Angaben nicht viel anfangen konnte. Mir kam es darauf an, die jeweils entstehenden Quaddeln und sonstigen Erscheinungen in ihrer Gesamtheit zu charakterisieren und zu dem Stech- und Saugakt der betreffenden Insektenart in Beziehung zu setzen.

Zu der vorliegenden Veröffentlichung veranlaßte mich eine ganze Reihe von Gründen.

Erstens. Bereits am 10. Januar 1921 hielt ich in der Mikrobiologischen Gesellschaft zu Berlin[2]) einen Vortrag über das Thema:

[1]) Selbstverständlich habe ich nur einige Verfasser angeführt. Die Liste ließe sich bedeutend vermehren. Ich denke die Proben genügen, mit Rücksicht auf Raumersparnis wurde auf weitere wörtliche Angaben verzichtet.

[2]) Vgl. Berliner klinische Wochenschrift. Bd. 58. 1921. S. 897.

„Beobachtungen an Insektenstichen." In diesem Vortrag wurden verschiedene methodische Einzelheiten dargelegt. Die lebhafte und langdauernde Aussprache, welche sich anschloß, zeigte, daß manche meiner Gedankengänge sicher nicht ganz verkehrt gewesen waren, gerade in bezug auf die wesentlichsten Punkte der Methodik der Untersuchung. Ich unterließ aber damals die sofortige Veröffentlichung in schriftlicher Form, weil ich noch mancherlei Verbesserungen plante.

Zweitens. Im Zoologischen Anzeiger Band 59, 1924 veröffentlichte ich eine kleine Arbeit, betitelt „Über die Stiche der Wasserwanze *Notonecta glauca* L." In dieser Arbeit ist in einer Fußnote (S. 149) nur in drei kurzen Sätzen über die Verfahren einiges angegeben. Ich stellte eine gesonderte Veröffentlichung in Aussicht, die hiermit vorgelegt wird. Geplant war ursprünglich, meine Methodik im Zusammenhang mit einer umfangreichen Arbeit über blutsaugende Insekten zu veröffentlichen. Die letztgenannte Arbeit kann aber erst Ende dieses Jahres in Druck gehen. Seit der Ankündigung der Bekanntgabe der Verfahren hingegen sind schon 2 Jahre verflossen. Deshalb glaube ich nicht länger zögern zu dürfen, da das Ankündigen von Arbeiten, die dann nicht erscheinen, den Verfasser in ein schiefes Licht setzt. In diese Lage möchte ich nicht kommen.

Drittens. Von verschiedenen Seiten bin ich um meine Methodik befragt worden. Ich zögerte auch nicht sie Besuchern des von mir geleiteten Laboratoriums[1]) vorzuführen. Soll ich mich nicht aller Urheberrechte begeben, so muß ich auch der Allgemeinheit meine Verfahren darlegen. Noch länger die Bekanntgabe hinauszuschieben hat keinen Sinn. Außerdem müßte ich bei einer Reihe von anderen jetzt erscheinenden Arbeiten fortgesetzt auf eine Methode verweisen, über die in der Literatur noch nichts vorzufinden ist. Unnütze Wiederholungen wären die Folge.

Wie oben ausgeführt wurde, kam es mir darauf an, die Quaddel und andere Hauterscheinungen, welche auf einen Insektenstich entstehen, in ihrer Gesamtheit festzulegen und zu dem Stech- und Saugakt des oder der betreffenden Insekten in Beziehung zu setzen. — Das Verfahren mußte gestatten, die flüchtigen Gebilde[2]), welche die physiologischen und chemischen Reaktionen in der Haut kennzeichnen, zu erfassen. Dabei war zu berücksichtigen, daß bestimmte Erscheinungen nur innerlich spürbar (subjektiv) sind, es sich also um reine Empfindungen handelt[3]) und daß andere Erscheinungen wiederum äußerlich sichtbar (objektiv) auftreten.

---

[1]) Laboratorium für physiologische Zoologie an der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Berlin-Dahlem, Königin Luisestraße 19.

[2]) Gans (1925) sagt die Quaddel betreffend ganz richtig, daß sie lediglich ein Symptom sei, aber ein äußerst wichtiges; und kurz darauf fährt er fort a. a. O. S. 233: „Dabei ist nicht so sehr die Plötzlichkeit dieses Entstehens als vielmehr die Flüchtigkeit, das rasche Vergehen für den urticariellen Vorgang kennzeichnend."

[3]) Verschiedene Bearbeiter sprechen von „subjektiven Symptomen", z. B. Lesser (1914, S. 107) u. a. m.

Das Erfassen sollte sich auf eine anschauliche und auswertbare Darstellung durch Zahl und Bild erstrecken.

Nun ist mir jetzt bekannt, daß von verschiedenen Seiten aus ähnliches erstrebt wurde. Physiologie, Pharmakologie, Serologie und Dermatologie haben in wechselndem Umfange zu der Ausarbeitung von besonderen Methoden beigetragen. Ein Teil der diesbezüglichen Angaben sind lange vor dem Zeitpunkte veröffentlicht worden, als ich mit meinen Untersuchungen begann. Leider aber sind sie mir erst viel später, zum Teil erst jetzt bekannt geworden. Manche Mühe hätte ich mir sonst sparen können. Andere Arbeiten dagegen über den gleichen Gegenstand sind nach dem Zeitpunkt veröffentlicht worden, zu welchem ich zum ersten Male meine Methodik öffentlich bekannt gab, und das war eben in dem oben erwähnten Vortrag am 10. Januar 1921 zu Berlin in der Mikrobiologischen Gesellschaft der Fall.

Zusammenfassende Darstellungen der bisher von anderer Seite angewandten Methoden, um Hautreaktionen zu messen und bildlich darzustellen, sind in neuerer Zeit von Goldstein (1922, Psychologische Methoden zur Untersuchung der Hautsinne), v. Gröer (1924, Die Dermoreaktionen), Basler (1923, Methoden zur Untersuchung der Hautsinne) (alle drei in dem bekannten Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden von Abderhalden) gegeben worden. Auch Quellenangaben finden sich daselbst. Ferner hat Hecht (1925) das gleiche Thema in seinem soeben erschienenen Buch „Die Haut als Testobjekt" behandelt. Die Methoden, welche von den soeben genannten Forschern angegeben sind, lehnen sich in vieler Hinsicht sehr stark an die an, welche von v. Pirquet (1907, 1916) veröffentlichte. Ebenso ist in den neueren Arbeiten von v. Gröer und Hecht (1923), Hecht und Wagner (1923) sowie von v. Gröer, Stütz und Tomaszewski (1923) die v. Pirquetsche Methodik der kurvenmäßigen Darstellung der Hautreaktionen ohne wesentliche Abänderung zum guten Teil beibehalten worden. In anderer Hinsicht sind in den letztgenannten Arbeiten der Wiener Schule neue Methoden bekanntgegeben worden.

Es bedarf noch eines kurzen Hinweises, warum ich erst so spät von bereits vorhandenen Verfahren gleicher Art Kenntnis erhielt. Für mich als Zoologen ergab sich mit Vertiefung der Studien über Insektenstiche die Notwendigkeit, Lehrbücher der Dermatologie und Pharmakologie zu Rate zu ziehen, zumal sich meine Untersuchungen auf Grenzgebiete erstreckten. Nun ist, wie jeder weiß, es zurzeit schon schwer in der Fülle der Literatur des eigenen Gebietes sich auszukennen. Um so schwieriger wird es in Nachbargebieten.

Nach diesen Darlegungen möchte es fast scheinen, als wäre meine Arbeit überflüssig. Vergleicht man die angeführten Schriften, dann wird sich aber ergeben, daß dem nicht so ist. Schon deshalb nicht, weil der ganze Vorgang, um den es sich einerseits bei pharmakologischen, sero-

logischen und dermatologischen Hautuntersuchungen und andererseits bei Insektenstichen handelt, doch in vieler und nicht unwesentlicher Hinsicht ein anderer ist. Jedenfalls fand ich bis jetzt keine Angaben, durch welche meine nachfolgenden Darlegungen als überholt und daher unnötig gelten müßten. — Über die Punkte, welche ich soeben vortrug, sind noch einige Ausführungen unerläßlich.

Bevor ich zur Beschreibung meiner Verfahren übergehe, sollen im nächsten Unterabschnitt die Besonderheiten meiner Versuche dargelegt werden. Dabei werden auch gleich einige Worte über die Größenbestimmungen, mit denen man es hier zu tun hat, gesagt werden müssen.

Über die Abbildungen.

Die Ausführungen der nachfolgenden Abschnitte erläutere ich durch eine Reihe von Originalabbildungen, die bisher noch nicht veröffentlicht wurden. Der jeweilige Maßstab der Vergrößerung wurde, wo notwendig, eingezeichnet, so daß die natürliche Größe aus dem beigegebenen Maßstabe ohne weiteres zu entnehmen ist. Auf die bildliche Wiedergabe von Apparaten, die in den Preisverzeichnissen der genannten Firmen zu finden sind, habe ich grundsätzlich verzichtet.

2. Über Besonderheiten der Versuche mit stechenden Insekten und über Größenbestimmungen.

Der Übersichtlichkeit wegen ordne ich die Gesichtspunkte, die hier von Wichtigkeit sind, wie folgt:

Erstens. Bei meinen Verfahren sind stets zwei lebende Objekte im Spiel: a) die Versuchsperson oder das Versuchstier, dem ein Insektenstich beigebracht wird und b) das stechende Insekt. Bei den Versuchen anderer Forscher, soweit sie Hautreaktionen betreffen, ist fast immer nur ein lebendes Versuchsobjekt im Spiel, eben die jeweilige Versuchsperson.

Zweitens. Bei meinen Versuchen ist die mechanische Verletzung der Haut außerordentlich gering: praktisch fast null, während sie bei den Versuchen von v. Pirquet (1907, 1916), v. Gröer und Hecht (1923), Hecht und Wagner (1923) verhältnismäßig sehr groß ist. v. Pirquet (1907 a. a. O. S. 9) spricht von „kleinen Kratzeffekten von 2 mm Durchmesser", die er mit dem von ihm erfundenen Hautbohrer gesetzt hat. Selbst wenn man sehr vorsichtig bohrt, so wird man im allgemeinen Hautverletzungen unter 1,5 mm Durchmesser kaum erzielen. Im günstigsten Falle dürfte man bei der v. Pirquetschen Methode Hautwunden von 1,00 mm Durchmesser erhalten. Noch kleinere Verletzungen sind auch kaum beabsichtigt. v. Gröer und Hecht (1923 a. a. O. S. 6) geben an, daß sie mit „Stahlnadeln" von der jeweils zu prüfenden Lösung 0,1 ccm eingespritzt haben. Die Dicke (d. h. den Durchmesser) der von ihnen verwendeten Spritznadeln wird nicht angegeben, was bedauerlich

ist. Ich glaube jedoch, daß sie unter 0,35 mm (im Durchmesser) dicke Nadeln bei der Einspritzung kaum gehabt haben. Nadeln dieser Dicke (als Nr. 20 im Handel bezeichnet) gibt es eben nicht, oder noch nicht. Aus den Bildbeigaben der letztgenannten Forscher geht eigentlich mehr hervor, daß sie verhältnismäßig kräftige Nadeln benutzten. Die „Feinheit der tierischen Spritznadeln", d. h. der Stech- und Saugrüssel im Bild gegenübergestellt der Feinheit unserer Spritznadeln, gibt eine klare Vor-

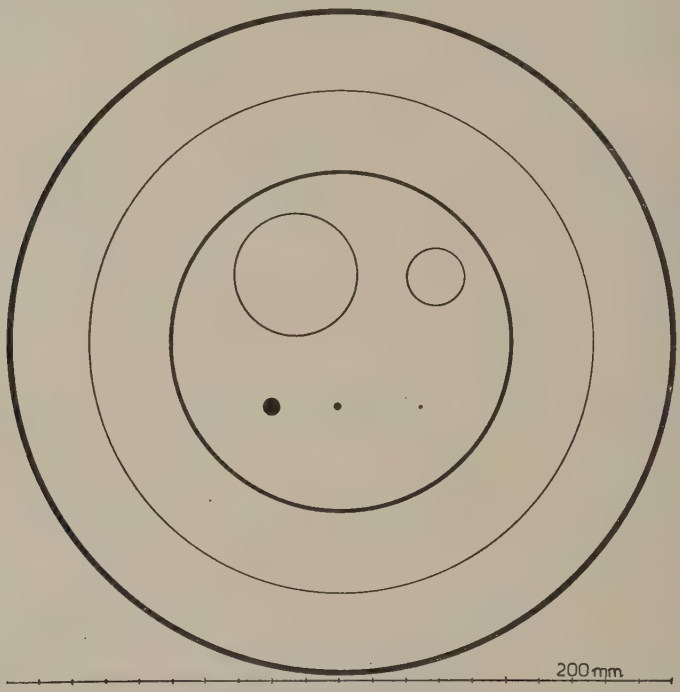

Abb. 1. Größenverhältnis der verursachten Hautwunden durch: Hautbohrer, Spritznadel, Wanzen- und Flohstiche. Nähere Erklärungen im Text.

stellung, in welchem Größenverhältnis die verursachten mechanischen Hautverletzungen stehen. Die stechenden Insekten verursachen außerordentlich geringfügige Hautverletzungen, gemessen an der Größe der Hautwunden die von uns bei den Versuchen gesetzt werden. Zur Veranschaulichung dient die Abb. 1. In dieser Abbildung sind die Querschnitte (als Kreisflächen natürlich) der Hautwunden einander gegenübergestellt, die verursacht werden:

a) bei der Bohrung mit einem v. Pirquetschen Hautbohrer; Durchmesser $a_1 = 2{,}0$; $a_2 = 1{,}5$; $a_3 = 1{,}0$ mm;

b) bei dem Stich mit einer Spritznadel (Injektionsnadel Nr. 20); Durchmesser = 0,35 mm;
c) bei dem Stich einer Stechflige (*Stomoxys calcitrans* ♀) Rüsselquerschnitt; Durchmesser = 0,165 mm;
d) bei dem Stich einer Fiebermücke (*Anopheles maculipennis* ♀ (Rüsselquerschnitt; Durchmesser = 0,055 mm;
e) bei dem Stich eines Hundeflohes (*Ctenocephalus canis* ♀) Rüsselquerschnitt; Durchmesser = 0,020 mm;
f) bei dem Stich einer Bettwanze (*Cimex lectularius* ♂) Rüsselquerschnitt; Durchmesser = 0,015 mm.

In Abb. 1 entsprechen die drei äußeren, konzentrischen Kreise den Bohrungen mit dem Hautbohrer (a_1, a_2, a_3); der im inneren Kreis exzentrisch rechts liegende Kreis entspricht dem Stich einer Spritznadel; der entsprechend links liegende Kreis dem Stich einer Stechfliege; die drei schwarzen Kreise entsprechen den Stichen von Fiebermücke (links), Hundefloh (Mitte) und Bettwanze (rechts).

Sämtliche Querschnitte sind, unter Einhaltung aller nötigen Maßregeln, 100fach vergrößert und gezeichnet worden und dann bei der Bildwiedergabe gemeinsam verkleinert worden. Die Aufstellung unter a—f, im Vergleich mit der Abb. 1, macht wohl längere Erläuterungen überflüssig.[1]) Man vergleiche die Zahlen, welche angeben:

A. Die Durchmesser der Instrumente bezw. Stechrüssel, welche die Hautwunden erzeugen und
B. Die Größe der verletzten Hautflächen in Quadratmillimeter, welche diesen Durchmessern entsprechen.

A. Durchmesser der Instrumente bezw. Stechrüssel		B. Größe der hierdurch verletzten Hautflächen	
a_1) Hautbohrer . . .	= 2,000 mm	=	3,141500 qmm
a_2) Hautbohrer . . .	= 1,500 „	=	1,767000 „
a_3) Hautbohrer . . .	= 1,000 „	=	0,785400 „
b) Spritznadel . . .	= 0,350 „	=	0,096200 „
c) Stechfliegenrüssel .	= 0,165 „	=	0,021400 „
d) Fiebermückenrüssel	= 0,055 „	=	0,002380 „
e) Hundeflohrüssel .	= 0,020 „	=	0,000314 „
f) Bettwanzenrüssel .	= 0,015 „	=	0,000177 „

Setzt man die Hautfläche, welche durch einen Wanzenstich verletzt wird = 1 unter Zugrundelegen der soeben mitgeteilten (abgerundeten) Zahlen, so ist
das Verhältnis[2]) der Hautwunden verursacht von

[1]) Heimberger 1925 gibt in seiner mir eben erst bekannt gewordenen Arbeit an, daß er zu den mechanischen Reizungen der Kapillaren Glasnadeln und Glaskapillaren von 8—13 μ (!) Durchmesser verwendet habe. Die auf diese Art verursachten Hautverletzungen sind demnach noch kleiner als die von einem Wanzenrüssel herrührenden.

[2]) Der Übersichtlichkeit und Platzfrage wegen stellte ich die Verhältniszahlen untereinander, und nicht, wie es sonst geschieht, nebeneinander.

f) Bettwanze	1 zu
e) Hundefloh	2 zu
d) Fiebermücke	14 zu
c) Stechfliege	121 zu
b) Spritznadel	544 zu
a_3) Hautbohrer a_3	3525 zu
a_2) Hautbohrer a_2	10000 zu
a_1) Hautbohrer a_1	17000 zu

Diese auf Messungen beruhenden Angaben lassen klar erkennen, wie „grob" doch letzten Endes „unsere" Methoden sind. — Gegenüber einer Wanzenstichwunde sind die mit unseren „feinsten" Nadeln verursachten Wunden etwa 540mal größer. Derartige Tatsachen dürfen meines Erachtens bei der Beurteilung der ganzen Erscheinungen nicht außer acht gelassen werden, und Abb. 1 dürfte das Erläuterte eindringlich veranschaulichen.

Drittens. Bei den pharmakologischen und serologischen Versuchsmethoden, die hier in Betracht kommen, waren die der Haut einverleibten Mengen[1]) der zu untersuchenden Flüssigkeiten bekannt und verhältnismäßig groß. Bei den Versuchen mit stechenden Insekten aber sind die Mengen des eingespritzten Speichels (also des Giftes) unbekannt, aber sicher sehr gering. In welchem Abstand auch hier die entsprechenden Zahlen stehen, geht aus folgendem hervor. v. Gröer und Hecht (1923 a. a. O. S. 6) spritzen von ihren Morphium-, Adrenalin-, Coffein-Lösungen, um nur einige zu nennen, 0,1 ccm = 100 cmm ein. Bei den serologischen Versuchen von anderen Forschern sind auf die Bohrstellen in der Haut„ Tröpfchen" also etwa 0,01 bis 0,005 ccm = 10 bis 5 cmm gebracht worden, bei anderen serologischen Versuchen hat man auch 100 cmm Serum bezw. Toxin oder Antitoxin eingespritzt.

Leider geben Pawlowsky und Stein (1925) bei ihren sonst so wertvollen und wichtigen Untersuchungen nicht genau an, wieviel sie von ihren Emulsionen eingespritzt haben. Sie sprechen a. a. O. S. 388 von „minimalen Dosen (1 bis 2 Tropfen)". In den Tabellen ist die Zahl der Tropfen aber bis auf 5 angegeben.

Wie groß sind dagegen die Mengen Speichel, welche bei Insektenstichen einverleibt werden? Wir können sie leider nicht direkt messen, aber uns rechnerisch wenigstens über die Größenordnung Aufschluß verschaffen, bis zu einem gewissen Grade der Genauigkeit. Von den hier zu Gebote stehenden Verfahren greife ich nur eines heraus. Es läßt sich unter dem Mikroskop das Volumen des Speichelganges im Flohrüssel zum Beispiel[2]) annähernd(!) bestimmen. Ich ermittelte es auf etwa 0,00000208 cmm,

[1]) Hier kommt es zunächst auf das Mengenverhältnis an, also: Lösungsmittel + Substanz. Im Insektenspeichel ist ja sicher auch ein Teil Wasser, in dem die wirksamen Bestandteile gelöst oder aufgeschwemmt sind.

[2]) Das gleiche gilt für andere stechende Insekten

hoch gegriffen! Nehmen wir an, bei einem kurzen Stechakte würde die darin befindliche Speichelmenge 20mal durch Zustrom aus den Speicheldrüsen erneuert, was wiederum hoch geschätzt ist, so würden $20 \times 0{,}00000208$ cmm $= 0{,}0000416$ cmm Speichel in die Haut eingespritzt werden. Mit Sicherheit wissen wir, daß selbst ganz kurze Stechakte, von etwa 10 Sekunden Dauer, schon beträchtliche Quaddeln verursachen, also, daß die eingespritzte Speichelmenge (schon der Zeit nach) sicher äußerst gering ist, und daß es kaum zu einer 20maligen „Nachfüllung" kommt. Doch lassen wir es

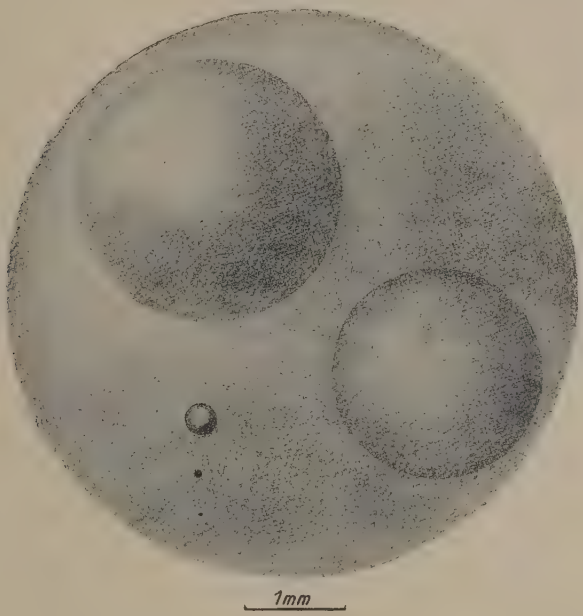

Abb. 2. Gegenseitige Größenverhältnisse in Kugeldarstellung von: 100 cmm, 10 cmm und 5 cmm (die drei großen Kugeln) gegenüber der Speichelmenge einer Conorhinus, eines Hundeflohes und einer Bettwanze.

dabei bewenden, es soll ja nur ein Näherungswert ermittelt werden. In Fällen, wie der vorliegende, ist es immer richtiger nach dem Höchstwert hin die Annahmen zu verschieben. Diese (geschätzten) 0,0000416 cmm verhalten sich zu den eingespritzten 100 Adrenalin-, Coffein- usw. Mengen wie 1 : 2404000. Auch dann, wenn man nur 10 cmm einspritzt, würde das Verhältnis noch wie 1 : 240400 (rund) und bei 5 cmm wie 1 : 120200 bleiben. Wenn ich oben von immerhin „groben" Methoden sprach, so wird meine Meinung durch die angeführten Zahlen nur gestützt. Ich halte die allgemein üblichen Verfahren, Quaddeln und sonstige Hauterscheinungen künstlich zu erzeugen, für reichlich grob. Ebbecke (1917) scheint ähn-

liches im Sinne zu haben, wenn er sagt: a. a. O. S. 29: „Als einwandfreies Impfexperiment läßt sich der Insektenbiß (Floh, Wanze) oder der Brennesselstich ansehen, von welch letzterem die Urticaria ihren Namen hat, und hier ist Art und Lauf der Reaktion (Rötung und Quaddelbildung) völlig derselbe wie nach mechanischer Reizung, es erscheint also ein genügend fein applizierter, chemischer Reiz als dem mechanischen gleichwertig."

Zahlen, wie die soeben angeführten, sind wenig ansprechend. Um ein anschauliches Bild zu gewinnen darüber, welche winzigen Mengen von Flüssigkeit bei Insektenstichen der Haut einverleibt werden im Vergleich zu den Mengen, die der Serolog oder Pharmakolog einzuspritzen pflegt, habe ich folgenden Weg eingeschlagen (vgl. Abb. 2). Ich ermittelte, teils durch direkte Messungen, teils durch Schätzungen (s. oben), welche Mengen Speichel verschiedene blutsaugende Insekten abgeben bei kurzen Saugakten. Diese Mengen lassen sich dann — es ist eine einfache Rechenaufgabe — als Kugeln darstellen. Diese Kugeldarstellungen wiederum können dann ohne weiteres Kugeln gegenübergestellt werden, die den Inhalt von 100 cmm, 10 cmm und 5 cmm haben. Unter genauer Einhaltung der Maßstäbe läßt sich das Ganze zu einem Bild vereinigen, wie es die Abb. 2 wiedergibt. Hierin entsprechen die drei großen Kugeln = 100 cmm und 10 cmm und 5 cmm. Man sieht, daß die beiden letzteren sehr bequem Platz in der ersteren von 100 cmm haben.

Die drei kleinen Kugeln (zwei davon konnten, um sichtbar zu bleiben, nur als schwarze Punkte markiert werden) entsprechen den Speichelmengen einer *Conorhinus megistus* Burm.[1]) = 0,01400 cmm, eines Hundeflohes = 0,0000416 cmm und einer Bettwanze = 0,0000167 cmm. (Alle Werte abgerundet!) — Setzen wir den Inhalt der kleinsten Kugel, d. h. die Menge des Bettwanzenspeichels 0,0000167 cmm) = 1, so besteht das Verhältnis:[2])

Mengen des Speichels der Bettwanze	0,0000167	cmm zu
„ „ „ des Hundeflohes . . .	0,0000416	„ „
„ „ „ der Wanze Conorhinus	0,0140000	„ „
eingeimpfte Mengen von	5,0000000	„ „
„ „ „	10,0000000	„ „
eingespritzte Menge von	100,0000000	„ „

wie 1 : 3 : 838 : 299400 : 598800 : 5980000.

Ich glaube, um manche Erscheinungen der Hautreaktionen richtig würdigen zu können, ist es nicht überflüssig, sich auch einmal über die

---

[1]) Diese große brasilianische Wanze Conorhinus züchte ich seit langem in meinem Laboratorium. Die Tiere, welche ich zur Ermittlung der durchschnittlichen Speichelmengen verwandte, waren Larven von 14 mm Länge und 120 mg Gewicht sowie von 21 mm Länge und 290 mg Gewicht.

[2]) Diese Zahlen lassen manche Gesichtspunkte und Vorschriften der homöopathischen Heilmethoden in besonderem Lichte erscheinen.

hier unter Umständen in Betracht kommenden Größenordnungen Rechenschaft zu geben, bevor man an Erklärungen herangeht.

Viertens. Es ist in Erwägung zu ziehen, daß die chemische und serologische Natur des Speichels der stechenden und saugenden Insekten uns noch gänzlich unbekannt ist und wohl noch sehr lange unbekannt bleiben wird. Ganz anders dagegen liegen die Verhältnisse bei den Versuchen, die v. Pirquet (1916), v. Gröer und Hecht (1923), Hecht und Wagner (1923) und viele Serologen angestellt haben. Die chemische Zusammensetzung und die sonstige Wertigkeit (Isotonie, Dissociation u.a. m.), der von Hecht und Wagner verwandten Lösungen (z. B. $\frac{n}{1000}$ HCl, $\frac{n}{1000}$ NaOH, ferner NaBr 1, 5%; Na_2SO_4 2,93% und viele andere) ist genau bekannt. Ebenso sind serologisch die verschiedenen Diphtherie-Tuberkulin- und Pockensera bekannt.

Die unter erstens bis viertens vorgetragenen Punkte lassen meines Erachtens ohne weiteres erkennen, daß meine Versuche in recht wesentlichen Dingen von denen abweichen, die von anderer Seite aus, in ähnlicher Richtung, allerdings am gleichen Versuchsorgan, eben der Haut, unternommen wurden.

Zusammenfassend läßt sich folgendes sagen: Nach einem Insektenstich[1]), z. B. von einer Laus, Wanze, Floh, Bremse, Mücke, Fliege zeigen sich in der Haut des Menschen und der Tiere, besonders der warmblütigen, eigentümliche, von Person zu Person unter Umständen wechselnde, mehr oder minder schnell verschwindende Erscheinungen.[2]) Die sinnfälligste Erscheinung ist die Rötung (Erythema) und die Quaddel (Urticaria). Toxikologische und physiologische Betrachtungen hierüber sollen in dieser Arbeit nur gestreift werden[3]), die Methodik der Untersuchung dieser Gebilde, wie ich sie mir nach und nach entwickelt habe, wird in den Vordergrund gestellt. Da die Natur der blutsaugenden Insekten eine recht verschiedene ist, so konnte ich mir nicht denken, daß die örtlichen Vergiftungserscheinungen, die auf einen Stich hin erfolgen, die gleichen sein sollten. Einen ähnlichen Gedanken bringen Mračeк-Jesionek (1924) zum Ausdruck, wenn sie a. a. O. S. 39 schreiben: „Je nach der Beschaffenheit der auslösenden Ursache ist der Verlauf eines Quaddelausschlages verschieden." Wenn Unterschiede darüber noch nicht bekannt sind, so liegt es eben mit daran, daß einmal

[1]) Ganz ähnliche Erscheinungen treten übrigens nach Bissen von Tausendfüßen ein. Darüber ist von mir an anderer Stelle berichtet worden (Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten. Bd. 99. 1926).

[2]) Die verschieden starke Anfälligkeit unserer Haustiere gegen Insektenstiche wird von vielen erwähnt; vgl. Rudowky 1890; Heller 1910; Pawlowsky und Stein 1925.

[3]) Török und Lehner (1921) beschäftigen sich in ihrer Arbeit eingehend mit der Frage der physiologischen und pathologischen Bewertung der Quaddel. Nach ihnen ist letztere die leichteste und flüchtigste Form der Entzündung.

Untersuchungen in dieser Sonderrichtung nur recht spärlich angestellt wurden und ferner daran, daß die Untersuchungsmethoden nicht ausreichten. Wenn die chemische Natur eines Giftes uns gänzlich unbekannt ist, um so eifriger sollte man danach trachten, seine physiologischen und toxikologischen Wirkungen kennen zu lernen auf Grund besonderer Verfahren. In dieser Lage befinden wir uns hier. Daß mancherlei dabei zu berücksichtigen ist, zeigen, wie ich hoffe, meine Ausführungen, die ich versuchen werde möglichst übersichtlich zu gestalten. Zur Klärung der ganzen Frage schienen mir die oben stehenden Erörterungen als Einleitung nicht unnötig zu sein.

B. Allgemeines über die Verfahren der Untersuchung von Insektenstichen.

1. Über den Wert der beobachtbaren Erscheinungen überhaupt.

Bei der Untersuchung ist zu berücksichtigen, daß die Beschaffenheit, d. h. der Wert der Erscheinungen an sich recht mannigfacher Art ist. Man muß sich von vornherein klar darüber sein

a) was ist subjektiver — was objektiver Natur,
b) was ist meßbar — was ist nicht meßbar,
c) was ist sichtbar — was ist nicht sichtbar.

Diese drei Fälle sind in wechselnder Verbindung möglich und infolgedessen ist die Wertigkeit der auftretenden Erscheinungen eine ungleiche. Folgende Verknüpfungen bezw. Verbindungen sind möglich.

Fall 1. Die Erscheinungen sind subjektiv spürbar (subjektiv +) und objektiv wahrnehmbar (objektiv +).

Fall 2. Die Erscheinungen sind subjektiv spürbar (subjektiv +), aber objektiv nicht wahrnehmbar (objektiv —).

Fall 3. Die Erscheinungen sind subjektiv nicht wahrnehmbar (subjektiv —), aber objektiv meßbar (objektiv +).

Fall 4. Die Erscheinungen (richtiger gesagt die „erwarteten" Erscheinungen) sind subjektiv nicht spürbar (subjektiv —) und objektiv auch nicht wahrnehmbar oder meßbar (objektiv —).

Abgekürzt:

Fall 1, subjektiv +, objektiv +,
„ 2, subjektiv +, objektiv —,
„ 3, subjektiv —, objektiv +,
„ 4, subjektiv —, objektiv —.

Zu Fall 1. Subjektiv spürbar sind die Hitze- oder Kältegefühle (= Empfindungen), d. h. die Temperaturunterschiede an der gestochenen Stelle. Objektiv meßbar ist natürlich nicht das Gefühl, sondern die örtliche Temperaturerhöhung oder -erniedrigung.

Zu Fall 2. Nur subjektiv spürbar sind gewisse Schmerzempfindungen. Die Tönungen dieser Schmerzempfindungen werden als stechend, spannend, brennend, drückend, juckend, dumpf glucksend, klopfend, prickelnd und ziehend bezeichnet. Hierzu kommt noch, ganz allgemein, die Empfindung für die „Heftigkeit" des Schmerzes in seinen verschiedenen Tönungen, sowie das Gefühl für eine gewisse „örtliche Begrenzung" (d. h. Lokalisation).

Ebenso ist subjektiv spürbar die Zunahme oder Abnahme oder das Anhalten einer bestimmten Schmerzempfindung. Gemessen kann das natürlich auch nicht werden, sondern nur durch eine entsprechende Rückfrage, bei Versuchspersonen, indirekt erkundet werden. Bei Versuchstieren dagegen fällt auch die Rückfrage fort und nur aus dem Verhalten kann man einige Schlüsse, mehr oder minder unsicherer Natur, ziehen.

Zu Fall 3. Subjektiv nicht wahrnehmbar sind gewisse Veränderungen an der betreffenden Hautstelle. Wie groß z. B. eine Quaddel ist, die auf dem Rücken sich bildet, kann die betreffende Versuchsperson nicht fühlen, wohl aber kann man derartige Quaddeln recht gut messen. Ebenso ist bestimmbar die Farbänderung der Hautstellen, die Höhe der Quaddel und der Zeitpunkt ihres Verschwindens. Es kommt auch vor, daß die örtliche Temperatursteigerung von der Versuchsperson gar nicht wahrgenommen wird, obwohl man sie objektiv mit Sicherheit nachweisen kann.

Zu Fall 4. Sobald weder subjektiv noch objektiv etwas wahrnehmbar ist, trat keine für uns sichtbare oder feststellbare Reaktion auf. Dieser Fall darf natürlich unter keinen Umständen vernachlässigt werden. Dabei ist eine zweifache Möglichkeit gegeben. Entweder es treten tatsächlich keine Erscheinungen ein, oder die uns heute zur Verfügung stehenden Methoden (chemischer, serologischer, physiologischer, physikalischer Natur) sind noch nicht so weit entwickelt, um auch die allerfeinsten Veränderungen festlegen zu können bezw. sichtbar zu machen. Ich glaube — um es gleich hier zu bemerken — das letztere ist der Fall. Praktisch jedoch müssen wir uns mit der Tatsache zunächst abfinden, daß nichts wahrnehmbar ist. Vermerkt muß der Fall in den Protokollen selbstverständlich werden.

2. Über die subjektiv spürbaren Empfindungen.

Daß man sie, im strengen Sinne, nicht messen kann, bedarf keiner langen Erörterung. Man kann aber, bei Versuchspersonen, durch Rückfragen mit einem gewissen Grade der Genauigkeit ermitteln, einmal: ob der Schmerz überhaupt sehr heftig ist, ferner: ob ein Schmerzgefühl zu- oder abnimmt oder gleich bleibt und wann es eintritt oder aufgehört hat. Ich habe bei derartigen Feststellungen mich folgender Methode bedient. Die Schmerzempfindungen wurden nach ihrem Grade mit

1 = eben schwach spürbar
2 = mäßig, deutlich spürbar
3 = heftig, sehr unangenehm spürbar

bezeichnet. Der Versuchsleiter fragte dann die Versuchsperson: Schmerz? — worauf nur mit 1, 2, oder 3 zu antworten war. Die Versuchsperson weiß nicht, in welchem Augenblicke diese Frage an sie gerichtet wird. Eine „gewisse Art der unbewußten Fälschung oder der „Selbsttäuschung", wie ich es nennen möchte, ist damit zwar nicht ausgeschaltet, aber doch schon recht erschwert. Die Grade sind nur mit 1, 2 oder 3 bezeichnet worden, da ich mir sagte, daß jedes Mehr der Abstufung nur Verwirrung anrichtet. Aus der Angabe der jeweiligen Stufe geht somit auch ohne weiteres hervor, ob eine Schmerzempfindung zunimmt ↗ gleichbleibt → oder abnimmt ↘.

Die subjektiv spürbaren Empfindungen (Schmerzgefühle), von denen bisher die Rede war, sind durch den Stich der betreffenden Insekten entstanden. Um den Versuch möglichst ungestört ablaufen zu lassen, habe ich auch bei den Versuchspersonen darauf geachtet, daß nicht gekratzt oder gerieben wurde, also keine nachträgliche, mechanische Beanspruchung der Haut eintrat.

Zu den subjektiven Erscheinungen rechne ich aber noch andere hinzu, nämlich die Tatsache, daß gestochene Hautstellen gegen Wärme, Kälte oder mechanische Reize empfindlicher oder weniger empfindlich sind oder sein können, als nicht gestochene Hautstellen. Meßbar ist natürlich nicht die Empfindung selbst, sondern nur die Höhe des verwendeten Reizes. Festgestellt kann damit nur werden die Verschiebung des Schwellenwertes nach der einen oder anderen Seite hin. Die Methoden, die Hautempfindlichkeit zu prüfen, sind verhältnismäßig viel durchgearbeitet und auch in letzter Zeit von Basler (1923) und Goldstein (1922) zusammenhängend geschildert worden. Es genügt daher auf diese Veröffentlichungen hinzuweisen. Mit Hilfe der dort geschilderten, zum Teil altbekannten Verfahren, kann bestimmt werden, um welchen Druck- bezw. Temperaturwert die Empfindlichkeitsschwelle nach der einen oder anderen Seite verschoben ist. Die Höhe der Empfindlichkeit selbst aber ist nicht etwa gleich dem angewandten Druck der Temperaturwerte. Die Unterschiede in der Empfindlichkeit als solche sind m. E. nur subjektiv wahrnehmbar. — Daß alle derartige Verfahren mit Mängeln behaftet sind, bedarf hier keiner Erörterungen. Meine Verfahren machen davon keine Ausnahme. Ich betone das, um Einwendungen von vornherein die Spitze abzubrechen.

Ob die Empfindlichkeit von gestochenen Hautstellen verschoben ist, hierauf kam es mir zunächst an, prüfte ich bei Versuchspersonen[1]), z. B. in folgender Weise. Ich schaltete das Gesicht aus durch Zubinden

[1]) Daß bei Versuchstieren derartige Feststellungen kaum Wert haben, braucht nicht lang auseinandergesetzt zu werden.

der Augen oder Wegsehenlassen. Dann wurde auf die gestochene Hautstelle der eine Zinken einer „Hautgabel" aufgesetzt, auf eine benachbarte, aber normale Stelle, der zweite Gabelzinken und so die „Unterschiede in der Empfindlichkeit" festgestellt (Abb. 3). Da die Gabelzinken aus Metall und auswechselbar sind, so lassen sie sich nicht nur zu Druckversuchen, sondern auch zu Temperaturversuchen verwenden. Durch Einlegen in Wasserbäder sind sie in kürzester Zeit auf jede gewünschte Temperatur zu bringen.

Wie die von mir verwendete „Hautgabel" beschaffen ist, besagt die beigegebene Abb. 3. Die „Zinken" (Abb. 3 a) sind aus Kupferdraht von 2 mm Durchmesser hergestellt. Die Entfernung der Spitzen beträgt 4,

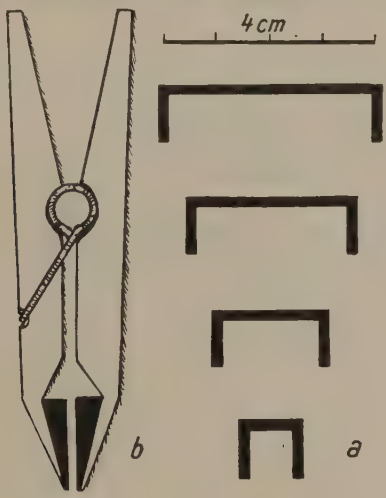

Abb. 3. Hautgabel zur Bestimmung der Empfindlichkeit der Haut. Nähere Erklärungen im Text.

3, 2 und 1 cm. Das Gewicht ist gering, es beträgt, entsprechend der Größe: 1,90, 1,60, 1,20 und 0,90 g rund. Die Zinken sind unten abgeschliffen, so daß die Berührungsfläche, dem Durchmesser entsprechend = 3,14 qmm groß ist. Eine federnde Holzzange (Abb. 3 b) mit Korkbacken (schwarz getönt) erleichtert das Fassen der Gabeln. Der große Vorzug — außer der Billigkeit — ist, daß die Gabeln sehr rasch gewechselt werden können. — Mit Tasterzirkeln sind natürlich auch derartige Feststellungen möglich, nur lassen sich diese lange nicht so bequem erwärmen. Nur subjektiv wahrnehmbar sind weiterhin alle Schmerztönungen. Hier ist man völlig auf Vergleichsversuche am eigenen Körper und Vergleichsschlüsse sowie auf Aussagen angewiesen. Wenn eine Person auch angibt, es juckt, so ist damit letzten Endes nicht zu viel gesagt. Eine andere Versuchsperson würde vielleicht sagen, es

sticht, oder es klopft, oder es prickelt. Wenn wir sagen: ich habe ein stechendes, drückendes, prickelndes Gefühl an der und der Stelle, so weiß jeder praktisch Erfahrene, wieviel Irrtum (und Selbsttäuschung) mit unterläuft. Besonders schlimme Erfahrungen kann man in dieser Hinsicht mit hysterischen Personen machen. Zusammenfassend ließe sich sagen: für die subjektiven „Gefühle" und „Empfindungen", welche sicher vorhanden sind, gibt es keinen allgemein gültigen Maßstab. Nur das Mehr oder Minder, das Zunehmen, Gleichbleiben oder Abnehmen bezw. Aufhören ist mit einer gewissen Sicherheit feststellbar. Ferner kann ermittelt werden, aber auch nicht mit unumstrittener Gewißheit, ob bei Versuchspersonen die Schwelle gegen Druck-, Wärme- (gegebenenfalls elektrische) Reize nach der einen oder der anderen Seite verschoben ist gegenüber der allgemeinen Norm.

3. Über die objektiv beobachtbaren und meßbaren Erscheinungen und Vorgänge.

Die nach Insektenstichen auftretenden Erscheinungen und Vorgänge, soweit sie objektiver Natur sind, lassen sich gleichsam ihrer Wertigkeit nach wie folgt gruppieren:

a) sichtbare und meßbare bezw. bestimmbare Reaktionen (z. B. Form, Größe, Farbe der Quaddel und der roten Höfe [Erythemata], Strömungsgeschwindigkeit und Form der Hautkapillaren);

b) unsichtbare aber trotzdem meßbare Reaktionen (z. B. Veränderungen der Temperatur an den betreffenden Hautstellen);

c) sichtbare aber nur schlecht oder doch zum Teil nur ungenau meßbare Reaktionen (z. B. Veränderungen in der Form der Hautkapillaren und in der Strömungsgeschwindigkeit; Spannungsveränderungen in der Haut; das Volumen der Quaddel).

Auch über diese grundsätzlichen Dinge muß man sich vollkommen klar sein ebenso wie darüber, daß vom physiologischen Standpunkt aus diese verschiedenen Einzelerscheinungen eine ungleiche Wertigkeit besitzen. Um die mannigfachen Einzelerscheinungen einer objektiven Messung und Bewertbarkeit zugänglich zu machen, dazu bedarf es einiger Hilfsmittel d. h. Apparate und der Kenntnis einiger sogenannter „Kniffe". Letztere sind Erfahrungssache. Auch das Arbeiten mit den Versuchstieren — also mit dem stechenden und blutsaugenden Insekt — ist in vieler Hinsicht nur Erfahrungs- und Übungssache. Die nachfolgenden technischen Anweisungen sollen der Wegweiser sein, sich die nötige Übung anzueignen. —

Manche Punkte, die ich in diesem Abschnitte B zur Sprache brachte, sind auch von anderen Bearbeitern vorgetragen worden. Aber noch nirgendwo fand ich alles Wesentliche zusammenfassend in der Weise dargestellt, wie ich es getan habe, und zwar mit der ausschließlichen Absicht, der Methodik der Untersuchung von Hautreaktionen dienstbar zu sein. Ich hoffe deshalb, daß meine Arbeit keine überflüssige war.

C. Über die technischen Verfahren der Untersuchung von Insektenstichen.

1. Über Markierungen auf der Haut.

Notwendig ist es meist, die Hautstellen, welche zu den Versuchen benutzt werden sollen, vorher zu markieren. Eine gut sichtbare, schwer verwischbare und vor allem nicht reizende Hautmarkierung ist dann ganz unerläßlich, wenn eine Wiederholung des Versuches nach Stunden oder nach Tagen an der gleichen Stelle beabsichtigt ist. Die Anforderungen, welche an die Farben gestellt werden, sind nicht ganz einfach. Die an und für sich gut haftenden Fleischfarben, wie sie bei der Fleischbeschau verwendet werden, sind nicht brauchbar, da die Entfernung dieser Farbstoffe unter Umständen nicht möglich ist. Man könnte damit eine sehr unliebsame „unfreiwillige Tätowierung" bei den Versuchspersonen herbeiführen. Markierungen mit den bekannten Fettstiften sind recht kurzfristig (und meist unscharf). Auch Überstreichen der Farbstiftstriche mit Collodium oder Cellonlack ändert daran nicht viel.

Als beste Markierung mit Hilfe von flüssigen Farben kann ich die mit guter schwarzer chinesischer Tusche[1]) empfehlen. Beim Aufbringen der Marken achte man bloß darauf, daß die Haut nicht zu fettig ist und daß sie ganz trocken ist. Wenn letzteres nicht der Fall ist, so laufen die Striche, Punkte usw. aus. Sehr dauerhafte, trockene Marken erzielt man mit gewöhnlichem Ruß. Ich rate zu folgendem Verfahren! Man ruße eine Glasplatte über einer Kerze dick an. Die so berußte Fläche benutze man dann gleichsam als „Stempelkissen". Ruß als Trockenfarbe hat den großen Vorzug steril zu sein und die Haut nicht zu reizen. Besonders haltbar sind Zeichen, die man in der Weise herstellt, daß man die ersten, trockenen Rußmarken mit Ruß nachzieht, der mit sehr wenig Vaseline zu einer Salbe angerieben wurde. Mit Hilfe spitzer Holzstäbchen gelingt es unschwer, recht scharfe Zeichen aufzutragen. Selbst wenn man die Haut wäscht und nicht zu stark reibt, bleiben diese Rußfettmarken tagelang sichtbar. Für photographische Zwecke sind schwarze Marken natürlich die wirksamsten. Die Abbildungen 7, 8 und 9 lassen erkennen, wie gut beim Photographieren derartige Marken hervortreten und wie scharf sie begrenzbar sind.

Sehr praktisch ist ferner mit Stempeln zu markieren. Ich fertigte mir, nach manchen Versuchen, diese selbst an aus guten, auf feinem Schmirgelpapier nötigenfalls ganz eben geschliffenen Korken.[2]) Die Stempel

---

[1]) Die Pelikan-Tusche der Firma Günther Wagner-Hannover ist hierfür geeignet.

[2]) Es empfiehlt sich, die Marken erst auf dünnes Papier zu zeichnen, dann dieses auf die Korke zu kleben und schließlich mit Hilfe sehr scharfer Messer die gewünschten Zeichen, wie Inseln, auszuschneiden.

haben den Vorzug, daß die Marken schnell, und wo nötig, immer in den gleichen Abständen zueinander aufgetragen werden können. Die Lage der Marken als Dreiecke[1]) (Abb. 4) zueinander wurde in bestimmter Weise gewählt. Erstens: Ich wählte drei gleichseitige Dreiecke so in Lage und Größenverhältnis zueinander, daß jedes 5 mm Kantenlänge hatte (Abb. 4 a); der innere Spitzenabstand (u'—v') genau 10 mm und der äußere Spitzenabstand (x'—y') = 20 mm betrug. Die damit geschaffene Markierung von 5 mm : 10 mm : 5 mm = 20 mm gestattet ein bequemes Schätzen, da bestimmte Maßeinheiten sich abwechseln. Wie leicht einzusehen, bildet jedes dieser kleinen Dreiecke die Ecke eines größeren gleichseitigen Dreieckes (Abb. 4 b). Zweitens: Ich wählte die Lage und Kantenlänge von 3 Richtdreiecken so, daß der innere Spitzenabstand (u"—v") = 8,4 mm, der äußere Spitzenabstand (x"—y") = 16,8 mm betrug (Abb. 4 c). Das hierdurch entstehende Sechseck[2]) (Abb. 4 d schraffiert) hat dann genau 100 qmm = 1 qcm Flächeninhalt.[2]) Die Flächeneinheit von 1 qcm, in Form eines Sechseckes abgegrenzt, paßt nach meinen Erfahrungen zur Größenbestimmung von jungen Quaddeln besser als die Flächeneinheit von 1 qcm in Form eines Quadrates (Abb. 4 f). Drittens: Ich wählte die Lage von zwei Richtdreiecken so, daß die Spitzenentfernung (x – y) (Abb. 4 e) = 10 mm betrug. Auf schmalen Hautstellen, z. B. Fingerrücken, läßt sich mit letzterem Stempel sehr gut arbeiten. Selbstverständlich kann auch jeder Dreieckstempel für sich allein verwandt werden (Abb. 7 u. 9). — Will man eine Fläche von 1 qcm in Form eines Quadrates abgrenzen, so empfiehlt es sich, einen Stempel herzustellen, wie ihn Abb. 4 f veranschaulicht. Der Nachteil, 4 Marken setzen zu müssen, ist dann nicht zu umgehen. Im allgemeinen fährt der Untersucher immer besser, die Zahl der Marken zu beschränken und das Versuchsfeld hierdurch nicht zu sehr einzuengen, denn in gewissem Sinne stört jede künstliche Marke den Gesamteindruck einer Hautreaktion.

Verwendet man den Dreieckstempel, der 1 qcm abgrenzt und drückt ihn unmittelbar vor oder sofort nach erfolgtem Insektenstich in der Weise auf, daß der Stichpunkt in der Mitte liegt, so ist innerhalb der Zeiteinheit vergleichsweise feststellbar, wann (oder ob) die entstehende Quaddel auf 1 qcm gewachsen ist oder die Kanten der Richtdreiecke erreicht hat. Es läßt sich dann z. B. ermitteln:

Insektenstich A; die Quaddel deckt in n Minuten = 1 qcm.
Insektenstich B; die Quaddel deckt in n_1 Minuten = 1 qcm.

---

[1]) Dreiecke als Marken ermöglichen ein viel genaueres Messen als z. B. Kreise oder Punkte. Die Spitzen der Dreiecke gestatten eine Meßgenauigkeit bis 0,5 mm. Ich habe nicht gefunden, daß andere künstliche Markierungen eine größere Genauigkeit gewährleisten.

[2]) Die Sechsecke (Abb. 4, b und d schraffiert) berechnen sich leicht nach der Formel: $I = \frac{13}{64}\, a^2 \sqrt{3}$, wobei a die Kantenlänge (x'—y' u. x"—y") des größeren Dreieckes ist. Bei a = 20 mm ist I = 140,7 qmm, bei a = 16,8 mm ist I = 100 qmm.

Ich glaube mit Hilfe dieser Vergleichsmethoden manche Unsicherheiten in der Beobachtungstechnik eingeschränkt zu haben.[1])

Daß die Lage der Dreiecke zu den allgemeinen Achsen des Rumpfes oder der Glieder immer dieselbe sein soll, betone ich. Besonders bei Wiederholungsversuchen ist dieser Punkt wichtig. Die strenge Einhaltung bestimmter Lagebeziehungen gestattet dann auch beispielsweise folgender Frage nachzugehen: „wachsen" Quaddeln an bestimmten Hautstellen in der Längsachse oder in der Querachse des betreffenden Gliedes schneller?

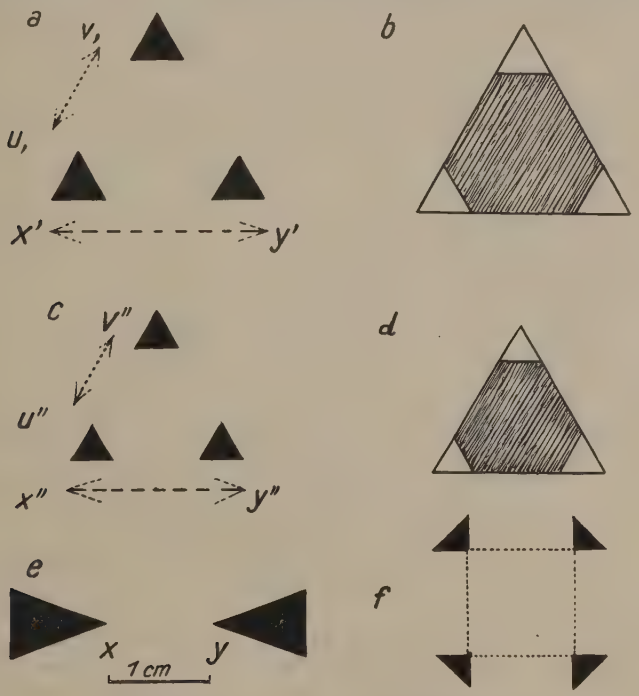

Abb. 4. Markierungen der Haut. Nähere Erklärungen im Text.

Gibt es hier Gesetzmäßigkeiten? Wenn ja, welche? Und so fort. — Die Abbildungen 7, 8 und 9 veranschaulichen das, was ich soeben ausführte. Die Grundlinien der beiden oberen Richtungsdreiecke liegen parallel der Längsachse des Unterarmes. Würde man an dieser Hautstelle Nachuntersuchungen anstellen wollen, so wäre der Stempel in gleicher Weise anzubringen.

[1]) Vielleicht ist meine Methode bei Untersuchungen über Serumquaddeln von Nutzen. Ich könnte mir z. B. denken, daß es wichtig ist, an einer Versuchsperson den Abfall oder Anstieg der Empfindlichkeit in dieser Weise zu prüfen, nach Einspritzen eines bestimmten Serums.

Unter Umständen ist es praktisch, bei der Anbringung der Marken die Lage der großen, gut sichtbaren nicht verschiebbaren Hautvenen, vor allem ihre Verzweigungspunkte, mit auszuwerten. Auch hierauf sei noch hingewiesen.

Daß gute Maßstäbe bei Anbringung etwas entfernter Marken nötig sind, ist selbstverständlich. In Streifen geschnittenes Millimeterpapier ist recht brauchbar, zumal kleine Bemerkungen darauf schreibbar sind. Bandmaße eignen sich dazu natürlich auch, nur lassen sie sich nicht beschreiben. — Auch Stellzirkel, mit Bewegung durch Schraubengang, sind mit viel Vorteil bei Markierungen bezw. Messungen verwendbar. Die

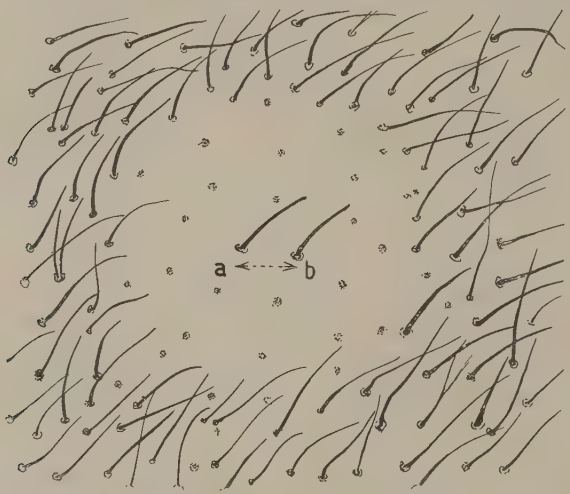

Abb. 5. Markierung bestimmter Hautstellen, Verwendung der Behaarung zu Markierungszwecken. Nähere Erklärungen im Text.

Schraubenbewegung hat den Vorteil der Genauigkeit und der Bedienungsmöglichkeit mit einer Hand. — (Vgl. auch Abschn. B, S. 256.)

Alle Markierungen, welche ich bisher beschrieben habe, sind künstliche. Gewisse Nachteile, die sie haben, lassen sich nicht vermeiden. Ich bediente mich deshalb, je nach dem Fall, auch natürlicher Hautmarkierungen, die den nicht wettzumachenden Vorteil haben, daß sie völlig unverrückbar und unverwischbar sind. Ich benutzte, gleichsam als „Markierungspfähle“ oder „Grenzpfähle“ die Haare der Haut. Bei Personen mit schwacher Behaarung geht das Verfahren natürlich nicht so gut, wie bei Personen mit starker und dunkler Behaarung. Aber es geht auch. — Wenn ich die Haare als „Markierungspfähle“ verwenden wollte, so verfuhr ich in folgender Weise (vgl. Abb. 5 u. 6). Ich suchte mir zwei oder drei Haare heraus, die gut entwickelt waren. Dann wurde um diese herum mit einer feinen Schere ein Hof von 2—3—4 cm Durchmesser kahl ge-

schoren. Man erhält auf diese Weise einen sehr deutlichen „kahlen Fleck", in dem nur die in der Haut sitzenden Haarstümpfe zu sehen sind. Natürlich achtete ich darauf, daß die Haut beim Scheren nicht verletzt wurde. Rasieren ist immer zu verwerfen, da hierbei kleine Wunden fast stets entstehen. Enthaarungsmittel empfehle ich mit Vorsicht zu gebrauchen, weil sie u. U. stark reizen! Dieses Kahlscheren hat noch den großen Vorzug, daß der Ablauf der Hautreaktion, die sich hier abspielen soll, durch überliegende Haare nicht verdeckt wird. Wie deutlich diese Markierung wird, geht aus den Abb. 5 u. 6 ohne weiteres hervor. Die Entfernung der zwei Richthaare (Abb. 5a—b) ist genau meßbar und die Größe

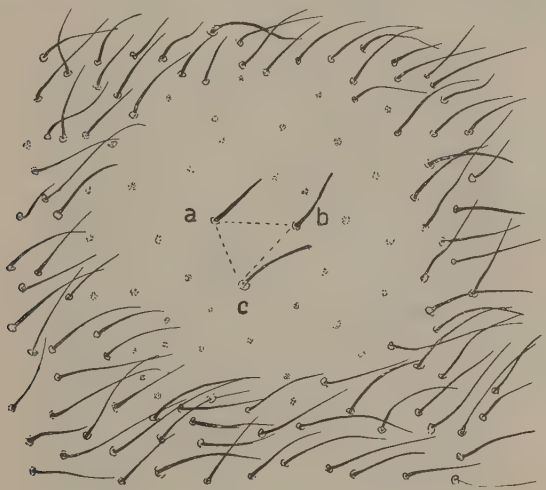

Abb. 6. Markierung bestimmter Hautstellen, Verwendung der Behaarung zu Markierungszwecken. Nähere Erklärungen im Text.

der Dreiecksfläche a b c, wie sie in Abb. 6 durch Punktierung noch besonders hervorgehoben wurde, ist bestimmbar. Auf der Haut werden die in der Zeichnung punktierten Linien natürlich nicht angebracht. Sie wären in diesem Falle gänzlich überflüssig. Zweckmäßig ist dann noch, die Richthaare etwa um $^1/_3$ zu kürzen; tut man dies, so stehen sie „wie Pfähle im kahlen Feld". Mit einigem Geschick ist es unschwer zu erreichen, daß z. B. eine Wanze oder ein Floh genau in den Mittelpunkt des Dreieckes a—b—c sticht. Ist dies geschehen, so wird wieder nach der Zeiteinheit bestimmt, wann die wachsende Quaddel die drei Richthaare erreicht hat. Für vergleichende Beobachtungen kommt man auf diese Art und Weise zu brauchbaren Ergebnissen. Den Hof um die Richthaare hält man für Nachbeobachtungen dauernd kurz geschoren. Das soeben geschilderte Verfahren hat den großen Vorteil, gänzlich ohne Farben auszukommen sein und völlig unverrückbare und unverwischbare Marken zu liefern.

2. Über die Zeitbestimmungen.

Der zeitliche Ablauf der Hauterscheinungen nach Insektenstichen muß genau festgelegt werden. Einige Hinweise, auf was es ankommt und wie man sich zeitliche Feststellungen erleichtert, scheinen mir nicht überflüssig. Schon deshalb nicht, da in der einschlägigen Literatur über diese Punkte fast nichts gesagt wird oder Angaben vorliegen, welche nicht eindeutig sind.

Bei meinen Untersuchungen wurde festgestellt und in den einzelnen Versuchsberichten vermerkt:

a) die tatsächliche Zeit; z. B. 16. März 1925; 12,30 Uhr vormittags. Wie schon gesagt wurde (S. 249) sind bei meinen Versuchen immer zwei lebende Wesen im Spiel. Die genaue Festlegung der Tages-, Monats- und Jahreszeit muß deshalb erfolgen, da hieraus über das Verhalten der stechenden Insekten ganz Wesentliches entnommen und für Wiederholungen wichtige Anhaltspunkte gewonnen werden.

b) die relative Zeit. Hierbei habe ich den Augenblick des Einstiches stets als „0-Punkt" genommen und den Zeitablauf von da ab in Minuten, Stunden, Tagen gemessen. Am bequemsten wird die ganze Zeitfeststellung, wenn man im Augenblicke des Einstiches eine gute, mindestens 30 Minuten laufende Stoppuhr in Gang setzt. Ohne weiteres ist dann ablesbar, nach wieviel Minuten irgend ein bemerkenswertes Ereignis eintritt und alle Umrechnereien fallen fort. Bei vielen Versuchen hat es sich sogar als praktisch herausgestellt, nicht nur eine, sondern gleich 2 Stoppuhren[1]) zur Hand zu haben. Besonders dann ist das fast unerläßlich, wenn man zu einer entstehenden Quaddel eine zweite hinzukommen läßt, um die gegenseitige Beeinflussung zu untersuchen. In den bildlichen Darstellungen des Ablaufes der Hautreaktionen (vgl. Abb. 19 bis 21) wird man durch entsprechende Linien die Zeitabstände gut sichtbar hervorheben.

3. Über Photographieren und Abbilden von Hauterscheinungen.

Photographische Aufnahmen sind unter Umständen nicht zu umgehen. Die Abb. 7 bis 10 zeigen, was sie leisten können. Nur verlange man nicht zu viel von den Photographien. Die rotgelbe Tönung der Haut ist im allgemeinen für photographische Wiedergabe nicht günstig. Die Beleuchtung wähle man scharf und ordne sie etwas seitlich an, um die feinen und feinsten Unebenheiten der Haut noch möglichst durch Schattenwirkung hervortreten zu lassen. Als Platten empfehle ich Perorto-Grünsiegel[2]) und Chromo-Isorapid[3]). — Ob man in natürlicher Größe, oder

[1]) Besonders gute und preiswerte Stoppuhren liefert die Firma F. L. Löbner, Berlin W 9, Potsdamerstraße.

[2]) Von der Firma Perutz, München.

[3]) Von der Firma Agfa, Wolffen, Kreis Bitterfeld.

darüber, oder darunter die Aufnahmen macht, hängt ganz davon ab, was das Bild festhalten soll. Vielfach bewährt es sich, die Hautvenen zu stauen, um etwas mehr Tiefenwirkung in das Bild zu bekommen. Sollen die Photographien beweisen, daß es sich tatsächlich um die gleiche Hautstelle handelt bei zwei zeitlich auseinanderliegenden Vorgängen, so ist eine Stauung der Adern fast unerläßlich. Die Beweiskraft eines solchen Bildes ist dann unantastbar.

Nun hat trotz mancher Vorzüge die Photographie sehr schwere Nachteile für unsere Zwecke. Mancherlei Mängel im allgemeinen stellten sich bei meinen Untersuchungen recht bald heraus, als ich die Hauterscheinungen nur durch photographische Aufnahmen festzuhalten gedachte.

Abb. 7. Unterarm mit gesetzten Marken in natürlicher Größe. Photographie.

Erstens erfordert das Photographieren zwei Personen; zweitens ist es teuer und viel zu zeitraubend; drittens verschwinden selbst bei sehr geringen Verwackelungen die Dinge, welche man gerade darstellen wollte. — Sollen so flüchtige Gebilde wie Insektenquaddeln im Bild festgehalten werden, so zeigt sich, daß das Photographische Verfahren sogar oft unbrauchbar ist. Es war mir unmöglich die vielen Hunderte von Insektenstich-Quaddeln alle im Lichtbild festzuhalten. Nach manchem Umherprobieren bin ich dann auf ein Verfahren gekommen, welches nachfolgend genau dargelegt werden soll, zumal es nach meinem Dafürhalten für viele Untersuchungen an der lebenden Haut etwas zu leisten verspricht. Ich glaube, besonders die Dermatologie und Chirurgie, aber auch die Toxikologie wird bei bedarfsweiser Umgestaltung aus meinem Verfahren manchen Nutzen ziehen.

Ich benutzte wasserklare Cellonplatten von 0,14 mm Dicke und pauste auf diese direkt die Quaddeln und roten Höfe ab (Abb. 11, 12, 13). Dieses Cellon[1]) ist in Stücken oder Rollen von 100 × 0,75 cm im Handel zu haben, man schneide sich die Blätter nach Bedarf. Die Beschaffenheit dieses Cellons, ich möchte es „Glaspapier" nennen, gestattet mit Tusche eine sehr scharfe Strichführung. Die geringe Dicke macht das Cellon geschmeidig, ohne daß die nötige Festigkeit verloren geht. Die vorzügliche Biegsamkeit gestattet auch gekrümmten Hautflächen Stücke aufzulegen. Mit Heftpflaster (Abb. 8, 9)

Abb. 8. Unterarm mit gesetzten Marken, außerdem teilweises Überdecken der Haut mittels Cellon, das durch Heftpflaster befestigt ist. Natürliche Größe. Photographie.

kann man dieses „Glaspapier" in jeder gewünschten Lage befestigen. Besondere Vorzüge sind: a) das Cellon ist abwaschbar, es kann also mehrmals benutzt werden und bei Verzeichnungen ist der Fehler ohne weiteres auszubessern; b) beide Seiten sind völlig gleich, es lassen sich somit Markierungen und Maßeinheiten auf der einen Seite vorher anbringen, ohne daß sie die ausführende Zeichnung irgendwie stören; c) die Durchsichtigkeit ist so vorzüglich, daß Markierungen, Farbtöne und Oberflächenbeschaffenheit der Haut erkennbar sind (Abb. 8, 9); d) die hohe Durch-

[1]) Cellon in dieser Beschaffenheit liefert Firma Cellon-Werke, Dr. Arthur Eichengrün, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 71 (Boschhaus).

sichtigkeit gestattet ein Durchphotographieren ohne störende Erscheinungen (Abb. 8, 9). In wirklich sehr bequemer Weise kann mit Hilfe dieses Glaspapieres das Wachstum einer Quaddel oder die fortschreitende Ausdehnung eines hyperämischen Hofes von Minute zu Minute im Umrißbild festgehalten werden und zwar, ein unschätzbarer Vorzug des Verfahrens, in natürlicher Größe. Die Eigenschaften dieser Cellonplatten[1]) werden durch die Abb. 8, 9, 11 erläutert. Bringt man vor dem Versuch auf der Cellonplatte und auf der Haut gleichweit entfernte, d. h. einander entsprechende Marken (Abb. 11) an, so kann zunächst der Umriß einer Quaddel zeichnerisch festgehalten werden. Man kann dann ferner — und

Abb. 9. Gesetzte Marken auf Mittel- und Ringfinger der linken Hand, Mittelfinger außerdem mit Cellon bedeckt, das mit Heftpflaster befestigt ist. Natürliche Größe. Photographie.

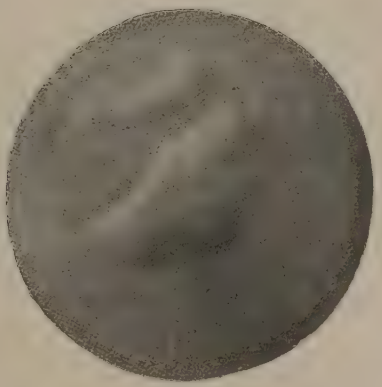

Abb. 10. Zwei Quaddeln nach Wanzenstichen am linken Unterarm. Natürliche Größe. Photographie.

das ist wieder ein besonderer Vorteil — diese Platte unter Beachtung der Markierung erneut auflegen und so mit völliger Sicherheit, bis auf den Millimeter ermitteln, ob an der ersten Stelle eine zweite Quaddel dieselbe Größe innerhalb derselben Zeiteinheiten erreicht. Damit sind die Vorzüge aber noch nicht erschöpft. Die mit Hilfe von chinesischer schwarzer oder farbiger Tusche hergestellten Zeichnungen auf dem Cellon sind, sofern man weiße Unterlagen wählt, gleich die Vorlagen zu Abbildungen. Man vergleiche Abb. 11, welche in der Weise gewonnen wurde. Befestigt man die Cellonplatten zwischen zwei, oder auf einer Glasplatte, so erhält man sofort ein Diapositiv, wie es für die meisten Vortragszwecke vollkommen genügt. Ich glaube mehr Vorzüge sind kaum zu vereinigen, und billiger dürfte kein anderes Verfahren sein.

[1]) Cellon ist völlig wasserbeständig.

Nun erhält man beim Zeichnen bezw. Abpausen einer Quaddel in bestimmten Zeitabständen (z. B. von 3 zu 3 Minuten) im Falle, daß man immer dieselbe Platte benutzt, ein System von mehr oder minder unregelmäßig, hauptsächlich konzentrisch verlaufenden Linien. Die Quaddeln zeigen bekanntlich Randwachstum. Dieses Liniensystem (Abb. 12 stellt eine derartige Pause dar) läßt sich unter Beachtung der Richtungsverhältnisse und der Zeitabstände rückwärts in die einzelnen Zuwachsstadien auflösen. Das Verfahren ist wiederum ein ganz einfaches Umpausen. Man löst gleichsam das Ganze in seine Durchgangsstadien auf. Eine Übersichtlichkeit der Darstellung des Quaddelwachstums ist so zu erreichen, bei völliger Naturtreue der tatsächlichen Größe, wie sie bisher wohl noch von keinem Verfahren erzielt worden ist. Natürlich kann man zu jeder Zeichnung von vornherein auch stets eine andere Cellonplatte nehmen, man braucht dann nur die Bilder nebeneinander zu setzen. Wie man verfahren will, ist reine Geschmackssache. In Abb. 13 ist auf die soeben beschriebene Weise das Wachstum von drei Quaddeln a — b — c dargestellt. Die senkrechten Linien geben die Zeitabstände (von 3 zu 3 Minuten) an. Der Punkt in der Mitte deutet die Lage der Einstichstelle an. Die Darstellung lehrt z. B., daß Quaddel a eine gewisse Verzögerung bei ihrer Entstehung erfuhr, denn erst nach 6 Minuten hatte sie etwa den Umfang

Abb. 11. Cellonplatte mit Pause der Quaddel und des roten Hofes. Der Pfeil bezeichnet die Längsrichtung des Unterarmes, die Beschriftung liegt absichtlich teilweise unter der Cellonplatte. Weitere Erklärungen im Text.

Abb. 12. Pause einer Quaddel mittels Cellon. Die Zuwachsstellen der Quaddel in den einzelnen Zeitabständen markiert.
Nähere Erklärungen im Text.

der Quaddeln b und c erreicht, welchen die letzteren schon nach drei Minuten zeigten. Die Abb. 12 gibt die Pause der Quaddel a als Beispiel[1]) wieder, wie sie zunächst erhalten wurde. Das konzentrische Liniensystem ist hier in seiner Gesamtheit dargestellt, außerdem ist die Ausdehnung des roten Hofes (Erythema) durch Punktierung markiert worden. — Ferner kann man durch Setzen entsprechender Marken auf der Haut und auf dem Cellon, und unter Einhaltung der soeben betonten Regeln von einer Hautreaktion festhalten: die erste sichtbare Quaddel, die größte Ausdehnung der Quaddel, die Ausdehnung des roten Hofes zu Beginn und zu Ende der Reaktion. Abb. 11 stellt ein derartig gewonnenes Bild, d. h. eine flächentreue Pause, dar von der Quaddel nach einem Wanzenstich. Der Pfeil gibt die Richtung der Längsrichtung des Unterarmes an. J bedeutet Innenseite, A Außenseite des Armes. Der beigegebene Maßstab — das Bild ist ja in natürlicher Größe — gestattet eine bequeme Schätzung. Ich glaube, Vergleiche der Abb. a—c und eine Betrachtung der Abb. 12 lassen genugsam erkennen, wie dieses Verfahren auszuführen und was es zu leisten imstande ist. Gerade weil die Quaddeln nach Insektenstichen und auch die Quaddeln auf andere Reize hin, so überaus flüchtige Gebilde[2]) sind, war ich bedacht, ein Verfahren zu ersinnen, welches gestattet, trotzdem alle wesentlichen Erscheinungen im Bilde festzuhalten. Mit Photographieren wäre man nicht weit gekommen.[3])

Was die „Glaspapiermethode" nun noch ganz wesentlich im Werte hebt, ist, daß man bei Ausflügen sie aufs bequemste anwenden kann. Die Cellonplättchen 8×8 cm oder 9×12 cm führt man in einem Kästchen bei sich, ebenso Tusche und alles übrige. Wo es auch sei, im Walde oder am Flußufer, überall kann man naturgetreue Quaddelbilder erhalten und dann zu Hause auswerten. Damit ist ein Verfahren gegeben, welches gestattet, z. B. festzustellen, ob in einer bestimmten Gegend die Stechmücken „giftiger" sind (d. h. mächtigere Hauterscheinungen verursachen) als in einer anderen Gegend. In einer späteren Arbeit wird auf diesen Punkt zurückgegriffen werden. Hier sollen ja nur technische Verfahren als solche auseinandergesetzt werden.

[1]) Für Quaddel b und c habe ich auf das entsprechende Bild hier verzichtet, um nicht zu viel Abbildungen zu erhalten. Grundsätzlich Neues würden die Bilder nicht zeigen.

[2]) Die „Flüchtigkeit" als besonderes Kennzeichen der Quaddel wird fast durchgängig erwähnt, aber besondere Verfahren zur Untersuchung eben dieser Flüchtigkeit liegen, soweit ich die Literatur übersehe, noch nicht vor. Man vergleiche u. a. Ebbecke (1917), Ehrmann (1912), Günther (1917), Heller (1910), Jesionek (1921), Török und Lehner (1921), Lesser (1914), Mraček-Jesionek (1924), Hescheles (1923), Zieler (1924). Bei Gans (1925) heißt a. a. O. S. 233 betreffend die Quaddeln: „Dabei ist nicht so sehr die Plötzlichkeit dieses Entstehens als vielmehr die Flüchtigkeit, das rasche Vergehen für den urtikariellen Vorgang kennzeichnend."

[3]) Die Eigenschaften des Cellon und die Einfachheit des Verfahrens geht aus der Tatsache hervor, daß die ursprüngliche Pause der Quaddel auf Cellon gleich als Vorlage für die Abb. 11 diente. Nur ein Stück weiße Pappe wurde untergelegt.

Außer diesen Bildern sind von mir noch farbige Zeichnungen hergestellt worden, natürlich auch in natürlicher Größe. Mit Vorteil lassen sich gerade die Pausen auf den Cellonplatten zur genauen Form- und Größenwiedergabe verwenden. Zu Farbzeichnungen eignen sich nach meinen Erfahrungen trockene Pastellfarben[1]) am besten. Man verwende zum Zeichnen guten, sehr fein gekörnten, weißen Karton. Zum Auftragen der Farbe sind kleine, recht spitze Papier- oder Lederwischer

Abb. 13. Wachstum von drei Quaddeln a, b, c im Abstand von drei zu drei Minuten.

geeignet, noch besser aber sehr spitze Stäbchen aus weichem Holz. Mit letzteren lassen sich feinste Striche und Punktierungen bei einiger Übung erzielen. An anderer Stelle werden farbige Zeichnungen gebracht werden.

4. Über künstliche, mechanische Verletzungen der Haut.

Jeder Einstich eines blutsaugenden Insektes verursacht natürlich eine, wenn auch noch so geringfügige, mechanische Verletzung der Haut (vgl. Abschnitt A und Abb. 1). Zu bestimmten Kontrollversuchen wollte ich nun auch mechanische Verletzungen der Haut herbeiführen. Da ergaben sich sofort die Schwierigkeiten mit den üblichen Instrumenten, wenn es mir darauf ankam, Verletzungen zu erzeugen, die nicht oder nicht viel größer als die waren wie sie die stechenden Insekten verursachen. Unsere feinsten Nadeln, die sogenannten Minutienstifte, wie sie zum Aufstecken kleinster Insekten verwendet werden, sind an der Dicke eines Wanzenrüssels z. B. gemessen (vgl. Abb. 14) noch viel zu dick. Nach manchen vergeblichen Versuchen bin ich auf Glasnadeln verfallen und auf die

[1]) Verwendet wurden Stifte der Firma: B. Schminke & Co., Düsseldorf.

Nadeln von Kieselschwämmen.[1]) Es lassen sich diese Schwammnadeln unschwer isolieren, dann kann man sie in Siegellack fassen und den Lack selbst wieder mit einem Stäbchen versehen. Auf diese Art bekommt man ein Stechinstrument von der gleichen Größe wie der Saugrüssel eines Insektes. In Abb. 14 c ist bei derselben Vergrößerung eine meiner Schwammnadeln, eine Minutiennadel (b) und ein Wanzenrüssel (a) wiedergegeben. Daß man mit einem derartigen Instrument nur bei entsprechender Vergrößerung unter dem Binokular arbeiten kann, bedarf keiner langen Darlegung.[2])

Abb. 14. a) Feinheit eines Wanzenrüssels, b) einer Minutiennadel, c) einer Schwammnadel bei gleicher Vergrößerung.

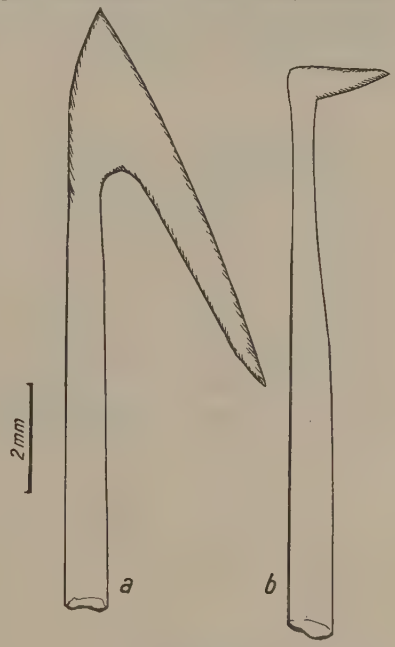

Abb. 15. Harpune und Haken zur Erzeugung feinster Hautwunden.

Wenn es sich darum handelte, die Hornschichten der Oberhaut zu entfernen, um möglichst nahe an die Kapillarschicht der Lederhaut heran zu kommen, so verwendete ich feinste Harpunen und Häckchen, wie sie Abb. 15 a, b wiedergibt. Ähnliche Instrumente benutzt ja auch der Augenarzt. Natürlich wird auch mit diesen Hacken bei entsprechender Vergrößerung gearbeitet. Recht gut läßt sich die verhornte Epidermis durch einfaches Abschleifen mit feinem Sandpapier oder mit geschliffenem

[1]) Stücke, d. h. Abfälle von geeigneten großen Kieselschwämmen (Hexaktinelliden) bekommt man in jedem zoologischen Museum.

[2]) Ähnliche Verfahren sind von Peterfi, „Das mikrurgische Verfahren" (Die Naturwissenschaften 11. Jahrg., Berlin 1923) angegeben worden.

Bimsstein entfernen. Sollen größere Hautflächen in dieser Weise vorbehandelt werden, dann ist letzteres Verfahren das einfachste. Diese mechanischen Verletzungen der Haut führte ich vor allem zu dem Zwecke herbei, um die Stichwirkung bei bestimmten Versuchen möglichst in die Tiefe der Haut zu verlegen.

Wie tief man mit den mechanischen Verletzungen gehen will, hängt von den Versuchen ab. Mit Hilfe der in Abb. 14 b und c und 15 a, b dargestellten Feininstrumente kann auch die Lederhaut freigelegt werden, um entsprechende geringfügige Blutungen oder seröse Ausflüsse zu erzielen. Fallweise benutzte ich auch den v. Pirquetschen Hautbohrer.

5. Über das Erzielen von Insektenstichen.

Wie blutsaugende Insekten (Flöhe, Wanzen, Läuse, Mücken, Stechfliegen usw.) zu züchten und zu halten sind, soll hier nicht erörtert werden. Es sei verwiesen auf die Arbeiten von Sikora (1915), Hase (1917; 1924), Wilhelmi (1917), Nöller (1912; 1914), Eysell (1924), Martini (1925), Rocha-Lima und Sikora (1925), um nur die wichtigsten zu nennen.

Eine gewisse Übung erfordert es, die Stiche an den vorbestimmten Hautstellen zu erzielen. Ob man die Marken (vgl. Abschnitt C, 1 und Abb. 7—10) vor oder nach dem Stich auf die Haut aufträgt, hängt von den Umständen ab. Praktischer ist bald das eine, bald das andere Vorgehen.

Um Mücken-, Bremsen-, Stechfliegen-Stiche zu erzielen, sperrt man am besten die Tiere in Glaszylinder von 5 cm (oder mehr) Länge und 3,5 bis 4,0 cm Durchmesser (Abb. 16 a). Enge Zylinder sind ungeeignet. Die Tiere stoßen sich darin zu sehr und saugen dann nicht oder schlecht. Der Zylinder ist an einem oder an beiden Seiten mit Gaze von entsprechender Weitmaschigkeit zu verschließen. Sitzen die Tiere bereits auf der Gaze, so stechen sie bei vorsichtigem Aufsetzen der Gaze auf die Haut (h) bald ein. Einseitiger Korkverschluß der Zylinder hat den Vorzug der Möglichkeit des schnellen Öffnens, wenn man die vollgesogenen Tiere in andere Gefäße übertragen will.

Flöhe-, Wanzen- und Läuse-Stiche bekommt man sehr gut, wenn man die Tiere in kleinen Tuben von etwa 1 cm Durchmesser und 3 bis 5 cm Länge einige Zeit hält und zwar im Dunkeln, damit sie sich beruhigen. Bei Flöhen lege man sehr kleines Watteflöckchen zum Festkrallen der Tiere mit ein, bei Wanzen und Läusen genügt ein kleines Papierblättchen (Abb. 16 b und b_1). Nur ist darauf zu achten, daß diese Stücke klein genug sind, damit sie sich beim Umkehren und Aufsetzen des Glases auf die Haut (h) nicht festklemmen. Der Korkverschluß — zu bevorzugen sind zylindrisch geschnittene Korke — ist hier am sichersten, bei Flöhen sogar unbedingt nötig, da sich diese durch Wattepfropfen

hindurcharbeiten würden. Die Gläschen halte man sauber. Unter Umständen ist es nötig, den späterhin abgesetzten Kot aufzusammeln, deshalb sind auch Tuben mit runden Böden vorzuziehen. Nach entsprechenden Ruhe- und Hungerpausen saugen Floh, Laus und Wanze eigentlich immer sofort. Nur hüte man sich, die Tiere unmittelbar vor dem Versuch zu beunruhigen: aufgeregte Tiere saugen nicht. In manchen Fällen ist es ratsam, die Versuchstiere in dunklen Tuben zu halten. Man umklebe zu diesem Zwecke die Gläser mit schwarzem Papier. Entweder in der Weise, daß ein länglicher Schlitz freibleibt (Abb. 16 c und c_1), welcher gestattet zu beobachten, ob die Tiere einstechen, oder in der Weise, daß das ganze

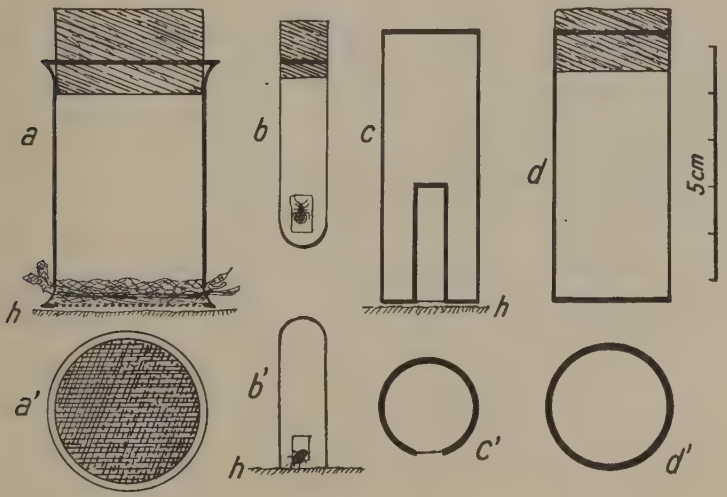

Abb. 16. Gefäße zur Fütterung von blutsaugenden Insekten. Nähere Erklärungen im Text.

Glas verdunkelt ist (Abb. 16 d und d_1). Wie man verfahren soll, ist aus den beigegebenen Abbildungen zu ersehen.

Wägungen der hungrigen und vollgesogenen Tiere sind bei manchen Versuchen unerläßlich. Ich habe durch Wiegen meiner Tiere manche recht wertvolle Aufschlüsse erhalten. Daß unbedingt zu einem biologischen Laboratorium heute gute analytische Wagen gehören, sagte ich schon an anderer Stelle. Nochmals sei betont: ich wollte bei meinen Versuchen nicht nur Hautreaktionen studieren, sondern auch über das Verhalten der blutsaugenden Insekten beim Stechakte Aufschluß erhalten. Wägungen der Tiere vor und nach dem Stechakt geben an, wieviel Blut aufgesogen wurde. Über die Menge des eingespritzten Speichels kann aus der Dauer des Saugaktes und der Masse der aufgenommenen Nahrung ein gewisser Schluß gezogen werden

Stichzahl, Stichdauer und Dauer des Saugens, von mir einfach als Sog bezeichnet,[1]) müssen genau notiert werden. Einstiche ohne Aufsaugen von Blut dürfen auch nicht vernachlässigt werden. Um die Zusammenhänge mit der Quaddelbildung richtig zu bewerten, sind sie unter Umständen besonders wesentlich. Auch aus der Stichdauer — ohne Aufnahme von Blut — läßt sich ebenfalls ein gewisser Rückschluß auf die Menge des eingespritzten Giftes ziehen.

6. Über Temperaturmessungen, insbesondere über Temperaturmessungen der Haut.

Es möchte überflüssig erscheinen, über diesen Punkt noch etwas zu sagen. Wer aber je sich mit Messungen der Hauttemperaturen befaßte, und es ist eine stattliche Reihe von Forschern, die es taten, der weiß, daß derartige Messungen in bezug auf Apparatefragen und Meßgenauigkeit ein äußerst schwieriges Kapitel sind. Was ich messen wollte, ist die örtliche Temperaturerhöhung, die an den von Insekten gestochenen Hautstellen meist in Verbindung mit den Quaddeln usw. auftreten. Man könnte von örtlich begrenztem Fieber, einem „Hautfieber" sprechen. Jedem Laien ist die „Hitze", wie der Volksmund sagt, bekannt. Um so merkwürdiger berührt es, daß von medizinischer Seite, soweit ich das vorliegende Schriftgut übersehe, Messungen dieser Temperaturvorgänge noch nicht vorliegen. — Ich kann mich des Eindruckes einer gewissen Vernachlässigung dieser Erscheinungen nicht erwehren. Und dies um so mehr, als z. B. in den jüngsten zusammenfassenden Darstellungen der Hautreaktionen nach Impfungen (also sehr nahe verwandten Erscheinungen) von Messungen der Temperatur der geimpften Hautstellen überhaupt nicht die Rede ist. V. Groer (1924) sagt in seiner methodischen Arbeit „über Dermoreaktionen" von Temperaturmessungen an Impfpusteln nichts. Hescheles (1923), der sich mit der „Klinik des Flohstiches" beschäftigt hat, erwähnt Temperaturveränderungen an den betreffenden Stellen mit keinem Wort. Auch Hecht (1925) geht in seinem Buch „Die Haut als Testobjekt" auf diesen Punkt nicht ein. In diesem Zusammenhang hätte sich aber m. E. unbedingt ein Hinweis finden müssen. Seltsamerweise scheint sich auch v. Pirquet (1907 und 1916) in seinen sonst grundlegenden Arbeiten diese Frage nicht vorgelegt zu haben. Er mißt wohl die Körpertemperatur, aber nicht die der Haut an der betreffenden Stelle.

---

[1]) Der Ausdruck „Sog" ist von mir bereits 1915 für den Vorgang der Nahrungsaufnahme bei blutsaugenden Insekten gebraucht worden. Wie mir soeben bekannt wird, hat Eisler in seiner Arbeit: „Wich und Sog als wirksame Faktoren im Organismus; Eine kausal-analytische Betrachtung" (Zeitschr. f. Anatomie u. Entwicklungsgeschichte. Abt. I. 76. Bd., München u. Berlin 1925) den Ausdruck „Sog" in einer anderen Bedeutung gebraucht. Man vergleiche Hase (1915, S. 73) und die Ausführungen von Eisler 1925 in der eben angeführten Arbeit.

Aus der zu Rate gezogenen Literatur über Hauttemperaturen (ich gehe nur auf die wichtigste ein) war eine Reihe von wesentlichen Punkten betreffend die Methodik zu entnehmen.

1. Ein Teil der Forscher Kunkel (1889), Benczur und Jonas (1891), Rubner (1895), Hirsch und Müller (1903), Kothe (1904) hat durch thermoelektrische Messungen die Temperatur bestimmt.

2. Ein anderer Teil hat durch besonders gebaute Quecksilberthermometer[1]) die Temperatur gemessen Benczur und Jonas (1890), Boyé (1901), Oehler (1904), Claus und Bingel (1909), Melchior und Wolff (1912), Heinz (1914).[2])

3. Alle Bearbeiter betonen die Schwierigkeit, genaue Ergebnisse zu erhalten.

4. Überall wird hervorgehoben: thermoelektrische Messungen liefern zweifelsohne die genauesten Werte. Aber die Apparatur ist sehr umständlich, recht teuer, an bestimmte Stellen gebunden (also am Krankenbett und im Freien kaum zu gebrauchen) und recht empfindlich gegen Störungen, mit andern Worten: letzten Endes unpraktisch.

5. Die „normale" Hauttemperatur schwankt je nach den Außen- und Innenbedingungen (warmes oder kaltes Wetter, Bekleidung), Hunger- und Sättigungszustand, innere Veranlagung (Neigung zur Schweißbildung), mechanische Beanspruchung der Haut (durch Drücken, Reiben), chemische Einflüsse u. a. m. Kunkel (a. a. O. S. 64) betont bereits, daß nahe beieinander gelegene Hautstellen Schwankungen von 0,3° bis 0,6° (letzteres selten) zeigen können. Rubner (a. a. O. S. 20) hebt hervor: „unbedeckte Haut ist labiler als bedeckte". Kothe (a. a. O. S. 1380) sagt: „Die Hauttemperatur schwankt selbst innerhalb kurzer Zeiträume nicht unerheblich." Claus und Bingel (a. a. O. S. 173) betonen, daß auch beim Gesunden symmetrische Hautstellen in bezug auf Temperaturhöhe variieren. — Da, wie diese kurze Auslese zeigt, von fast allen Bearbeitern gefunden wurde, daß die „normale" Temperatur ständig schwankt, so ist es für unsere Zwecke besonders schwierig, verläßliche Werte aus der Literatur zu entnehmen.

6. Für klinische und chirurgische Zwecke sind vergleichende Messungen an Hautstellen über erkrankten Organen und Gelenken angestellt worden, also im Grunde genommen ein Ähnliches angestrebt worden, wie ich es wollte. (Vgl. Kothe 1904, Oehler 1904, Claus und Bingel 1909,

---

[1]) Benczur und Jonas (1890) beschreiben auch ein besonderes Differential-Luft-Thermometer, mit dem sie ebenfalls Messungen vornahmen. Boyé (1901) hat sogenannte Rosinsche Quecksilber-Thermometer verwendet, welche die Firma J. H. Büchler, Breslau 1 liefert. Oehler (1904) beschreibt ebenfalls besonders gebaute Thermometer, welche durch die Firma Arno Haak, Glastechnische Werkstätte, Jena, zu haben sind. Ähnliche Angaben finden sich bei Claus und Bingel (1909), Melchior und Wolff (1912). In der Zwischenzeit habe ich auch mit neuen Hautthermometern der Firma A. Haak, Jena, gearbeitet, die sich bewährt haben.

[2]) Eine Zusammenstellung der einschlägigen Schriften und der wesentlichsten Ergebnisse findet sich von Kanitz in Tabulae biologicae Bd. I. Berlin 1925.

Melchior und Wolff 1912, Heinz 1914.) Man hat die Differenz der Hauttemperatur über den gesunden und kranken Körperstellen ermittelt, teils durch thermo-elektrische teils durch Kontakt-Thermometer-Messungen, und hat Unterschiede bis zu 4,5° gefunden. Zu berücksichtigen ist hierbei aber, im Gegensatz zu meinen Untersuchungen, zweierlei. Einmal hat man verhältnismäßig recht große Hautflächen zur Messung zur Verfügung, und zweitens kann die Meßzeit beliebig gewählt werden, und die Meßdauer ist ohne weiteres lang ausdehnbar. Ein erkranktes Gelenk z. B. ist eben tagelang „heiß" wie man zu sagen pflegt, und nicht so kurze Zeit wie eine Insektenquaddel.

Aus diesen unter 1—6 vorgetragenen Punkten war für meine Zwecke manches sehr Wertvolle zu entnehmen. Nach mancherlei eigenen Erfahrungen stehe ich jetzt auf folgendem Standpunkt: man kann nicht einfach sagen, die Temperatur der Stirnhaut beträgt so und so viel Grad (28,2 oder 30,1° beispielsweise), sondern man muß sagen, die Temperatur der Haut einer Person schwankt bei den und den Bedingungen um so und so viel Grad. Im allgemeinen gehen diese Schwankungen, so viel ich feststellen konnte, über 4—5° nicht hinaus. Eine unveränderliche „Normallage" der Temperatur kann es daher eigentlich kaum geben. Aus dieser Erkenntnis heraus kam es mithin für mich darauf an zu ermitteln:

a) wie hoch ist bei einem Versuch die Temperatur der normalen d. h. der nicht in Mitleidenschaft gezogenen Haut in der Nachbarschaft einer Quaddel bezw. eines Insektenstiches;

b) wie hoch ist die Temperatur an der gestochenen Stelle;

c) welche Unterschiede ergeben sich zwischen beiden, d. h. zwischen a) und b). —

In den graphischen Darstellungen ist der Unterschied zwischen normaler und gestochener Hautstelle immer mit dem Buchstaben $T_{\triangle}$ eingetragen worden (vgl. Abb. 19, 20).

Warum ich auf die Bestimmung der Temperatur auch von normalen Hautstellen Wert legte, hat noch einen anderen triftigen Grund. Es wurde bereits betont, daß bei meinen Untersuchungen immer zwei lebende Wesen im Spiele sind, Wirts-Versuchsperson und stechendes Insekt. Zwischen der Temperatur der Haut der Versuchsperson — gleichgültig wie hoch sie ist — und der Außentemperatur, in der sich das Insekt befindet, besteht somit ein Wärmegefälle d. h. ein bestimmter Sprung. Nun wissen wir bereits: die Hauttemperatur ist am Rumpf etwas wärmer als an den Gliedern (z. B. Boyé 1901 a. a. O. S. 62); mithin ist das Temperaturgefälle nicht überall das gleiche. Folglich kann das anfliegende Insekt wählen, und je nachdem es wählt, wird es an wärmere oder kühlere Hautstellen zwecks Einstich gelangen.[1]) Die wärmeren Hautstellen (Rumpf)

[1]) Martini (1918) hat sich mit der Frage der Orientierung der Kleiderläuse — also blutsaugender Insekten — eingehend befaßt und gefunden, daß diese Tiere eine bestimmte Wärmezone bevorzugen.

sind aber erfahrungsgemäß gegen Insektenstich im allgemeinen empfindlicher. Die durch den Stich ausgelösten Hauterscheinungen werden also heftigere sein. Diese Hinweise müssen genügen, sie zeigen, daß es nicht müßig war, die Frage der Hauttemperatur und ihrer Messung in diesem Zusammenhang zu erörtern. Alle diese Dinge sind für das Aufdecken von bestimmten Wechselbeziehungen zwischen Wirt und Parasit wichtig. Meine Versuche bedingten eine Methode der Temperaturmessung **a)** der Haut, *α)* der normalen, *β)* der gestochenen, **b)** der Umgebung, die schnell, bequem, sofort ablesbar, höchstmögliche Genauigkeit in sich vereinigte. — Daß es hierfür keine Universalmethode gibt oder geben kann, ist klar. Ich war also gezwungen, die Verfahren zu wechseln. Verwendet wurden von mir:

1. Zu thermoelektrischen Messungen ein

a) kleines Permanentmagnet-Saitengalvanometer nach Einthoven mit Quarzfaden.[1]) Empfindlichkeit bei 1 mm Ausschlag aperiodisch $= 8{,}3 \times 10^{-7}$ Volt. 1 Teilstrich $= {}^1/_{20}{}^0$.

b) Schleifengalvanometer[2]). Für meine Zwecke erwies es sich aber nicht besonders geeignet, und wurde deshalb bald außer Betrieb gesetzt.

c) Spiegelgalvanometer[3]) mit Drehspulsystem. Empfindlichkeit bei 1 mm Ausschlag 25×10^{-7} Volt, 1 Teilstrich $= {}^1/_{25}{}^0$.

Jeder dieser Apparate hat Vorteile und Nachteile. Beim sonst bequemen Permanentmagnet-Saitengalvanometer „klebt der Faden" gern Außerdem empfiehlt es sich ebenso wie beim Schleifengalvanometer die Temperatur der konstant bleibenden Lötstelle der Temperatur der zu messenden Haut möglichst zu nähern. Beim Spiegelgalvanometer fällt diese Forderung weg, dafür ist der Apparat schwerfällig, er muß möglichst gut montiert sein, er ist schlecht herumzutragen und daher im Freien kaum zu verwenden; außerdem ist er nicht aperiodisch. Beim Permanentmagnet-Saitengalvanometer und Schleifengalvanometer ist größere Beweglichkeit vorhanden, sie haben aber die bereits geschilderten Nachteile.[4]) Am besten hat sich die allerdings ortsfeste Spiegelgalvanometer-Apparatur bewährt, die kunstgerecht geeicht war.

2. Zu Messungen mit Quecksilberthermometern:

a) Maximum- und Minimumthermometer[5]), Genauigkeit $\pm 0{,}2$.

---

[1]) Bezogen von der Firma M. Th. Edelmann & Sohn, Fabrik physikalischer Apparate; München.

[2]) Firma C. Zeiß, Jena.

[3]) Firma: Siemens & Halske; Wernerwerk; Berlin-Nonnendamm.

[4]) Über thermoelektrische Messungen finden sich viele sehr beachtenswerte Anweise bei Weizäcker, Untersuchungen der Zuckungswärme mit thermoelektrischen Methoden. In Abderhalden, Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Teil 5 A Heft 1 Lief. 63. Berlin 1922.

[5]) Geliefert von der Firma P. Altmann, Berlin NW. 7, Luisenstraße.

b) Normalthermometer[1]), Genauigkeit $\pm 0{,}05°$. Die Einstellung erfordert etwa 1—2 Minuten.

c) Kleinthermometer[2]) (Abb. 17). Die Einstellung erfordert etwa 20 Sekunden, Genauigkeit $\pm 0{,}1$ bis $\pm 0{,}05°$.

d) Hautthermometer. Die Einstellung erfordert 30—45 Sek., Genauigkeit $\pm 0{,}1°$. (Vgl. Anm. 1 S. 277.)

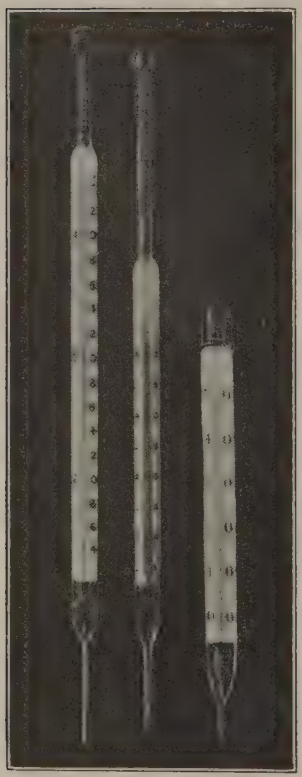

Abb. 17. Kleinthermometer in natürlicher Größe. Photographie.

Über diese Kleinthermometer, die ich mir anfertigen ließ, möchte ich noch einiges sagen. Ursprünglich war ich durch Herrn Dr. Necheles (z. Zt. Peking) auf diese Thermometer aufmerksam gemacht worden durch briefliche Mitteilung. Später hat Necheles (1924) diese Thermometer auch kurz erwähnt in seiner Arbeit, ohne jedoch genauere Angaben darüber zu machen. Da ich Meßgeräte benötigte, die auch bei Ausflügen leicht mitzuführen sind, so konnte es sich letzten Endes nur um Quecksilberthermometer handeln. Erforderlich war nur, daß sie bei genügender Genauigkeit sich sehr schnell einstellten, da ja die Quaddeln selbst so ungemein flüchtig sind. Boyé (1901), welcher Thermometer ähnlicher Art benutzte, sagt a. a. O. S. 20, daß er in „durchschnittlich 6 Minuten eine definitive Antwort" erhalten habe.[3]) Für meine Feststellungen war dies noch zu lang. Obige Thermometer wählte ich in der Masse deshalb so klein wie möglich, um beim Aufsetzen auf die Haut Druckerscheinungen und damit Temperatursteigerungen zu vermeiden, und um zweitens schnellstes Einstellen zu gewährleisten, ohne daß der Haut Wärme in erheblichen Mengen durch das Quecksilber entzogen würde. Das in Abb. 17a in natürlicher Größe abgebildete Instrument wog 2,5 g! Gradeinteilung in $0{,}2°$, Meßbereich $+14$ bis $+42°$. Es war mein empfindlichstes Thermometer. Das in Abb. 17b abgebildete Instrument wog 2,3 g; Grad-

[1]) Geliefert von der Firma R. Fueß, Berlin-Steglitz, Düntherstraße 8.

[2]) Von der Firma: Richter & Wiese, vormals C. Richter, Berlin N 4; Chausseestr. 106 und von der bereits genannten Firma R. Fueß, Steglitz.

[3]) Andere haben ihre Messungen bis zu $^1/_4$ Stunde ausgedehnt, also Bedingungen geschaffen, die hier gar nicht in Frage kamen.

einteilung in 0,2°, Meßbereich +15 bis +50°. Das in Abb. 17c abgebildete Thermometer wog 2,0 g, Gradeinteilung 0,5°, Meßbereich ±0 bis +50°. Durch Vergleiche ergab sich ferner, daß alle drei Instrumente in etwa 20 Sekunden die Höchsteinstellung erreicht hatten. Die Messungen wurden in folgender Weise ausgeführt. Ich hing die Thermometer an einem Faden frei auf und setzte sie dann der zu messenden Hautstelle auf, so daß sie gerade angehoben wurden. Bei der geringen Aufsatzfläche bewirkte das Eigengewicht keine Steigerung der Temperatur durch Druck. Oder, ich faßte das Instrument mit einer kleinen Holzzange (ähnlich wie die in Abb. 3b abgebildete) und legte es leicht geneigt auf die Haut. Da im letzteren Fall die Berührungsfläche etwas größer ist als im ersteren Fall, so fiel dieser abgelesene Wert um ein weniges höher aus als der auf erstere Art gewonnene. Natürlich weiß ich wohl, welche Fehlerquellen derartige Messungen mit Quecksilberthermometern haben. Um aber überhaupt zu einer brauchbaren Methode zu kommen, mußte ich sie schließlich doch wählen, nachdem die thermoelektrischen Messungen für meine Zwecke sich meist als zu umständlich erwiesen hatten. Es kommt hier im wesentlichen gar nicht auf Bestimmung einer Normaltemperatur der Haut an, sondern es sollen die Temperaturunterschiede an zwei örtlich nicht allzuweit entfernt liegenden Stellen fast zu gleicher Zeit gemessen werden. Ein zu viel oder zu wenig bei jeder Messung, d. h. geringe Bruchteile von Graden, heben sich auf, sobald nur jede einzelne Messung genau in derselben Art und Weise zur Durchführung kommt. Jedenfalls möchte ich am Ende des Abschnittes betonen, daß ich bei den Messungen mit Quecksilberthermometern so lange bleiben muß, bis mir praktischere und zugleich genauere Apparaturen zur Verfügung stehen.

7. Über die Beobachtungen der Hautkapillaren und der lebenden Haut.

Otfried Müller hat vor etwa 10 Jahren erneut angeregt, die Hautkapillaren beim lebenden Menschen zu beobachten. Auf seine Veranlassung hin widmete sich eine Reihe seiner Schüler dieser Frage, und in ziemlich rascher Folge erschienen sehr wichtige Arbeiten über dieses Gebiet. Beobachtungsverfahren und photographische Technik sind zunächst von Otfried Müller (1921, 1922) selbst, dann auch von anderen schnell vervollkommnet worden. In den Arbeiten von Weiß (1916, 1918), Weiß und Hanfland (1918), Holland und Meyer (1919), Jürgensen (1920), Schur (1920), Niekau (1920, 1921), O. Müller (1920), Weiß und Holland (1921), Weiß (1921) sowie in der zusammenfassenden Darstellung von Krogh (1924) finden sich eingehende Arbeitsanweisungen. Bei Krogh ist auch die einschlägige Literatur fast vollständig wiedergegeben, ebenso finden sich weitere Quellennachweise bei oben genannten

Forschern.[1]) Vor allem bei Otfried Müller (1922), der das gesamte einschlägige Schriftgut zusammenstellte. O. Müller bildet auch bereits auf Taf. 15, Abb. 8 die Kapillarerscheinungen nach einem Flohstiche ab.

Kapillardruckmessungen an der Haut habe ich zunächst noch nicht ausgeführt. Die hierfür bisher angegebene Apparatur erschien mir für meine Zwecke nicht geeignet. Soeben hat nun Rajka (1926) einen neuen Apparat zur Messung des Kapillardruckes in der Haut beschrieben. Er hat auch bereits einige damit ermittelte Werte bekannt gegeben. A. a. O. S. 580 schreibt er: „Wir fanden ... bei Urticaria 1—1,5 cm H_2O ... gemessen an Individuen, welche an nicht entzündeten, normalen Hautgebieten desselben Körperteiles $^1/_2$—1 cm H_2O Kapillardruck aufwiesen." Sollte der von Rajka ersonnene Apparat sich bewähren, so ist zu hoffen, daß mit Hilfe dieses Apparates sehr wichtige Aufschlüsse betreffend den Kapillardruck in den Quaddeln gewonnen werden können.

Es würde eine unnötige Wiederholung sein, wollte ich die ganze Technik der Hautkapillaruntersuchung, wie ich sie seit 1922 etwa ebenfalls anwende, nochmals schildern. Ich beschränke mich darauf, einige kleine Abweichungen anzugeben. Mit Zedernöl oder Knochenöl die Haut aufzuhellen und einzuebnen fand ich für meine Zwecke nicht sehr praktisch. Vielfach habe ich Paraffinum liquidum, bester Beschaffenheit, verwendet. Nun hat schon P. G. Unna (1891), der als einer der ersten ähnliche Beobachtungen anstellte, angeraten, Anilinöl oder Nelkenöl zum Aufhellen der lebenden Haut zu verwenden. Er schreibt a. a. O. S. 355: „Anilinöl und Nelkenöl deshalb, weil sie am meisten Wasser aufzunehmen im Stande sind." Beide Aufhellungsflüssigkeiten konnte ich nicht brauchen; Anilinöl war mir zu giftig und Nelkenöl roch zu stark. Ich suchte deshalb nach einer andern Substanz, die bei guter Wasseraufnahmefähigkeit und hoher Lichtbrechung ganz ungefährlich war, und kam auf Glycerin pur. Mit ihm habe ich sehr gute Erfolge erzielt. Besonders angenehm beim Arbeiten mit Glyzerin ist der Umstand, daß mit einem feuchten Wattebausch die Haut sofort für meine Zwecke einwandfrei zu reinigen ist. Um an gleicher Stelle unmittelbar hinterher erneut Insekten zum Einstich zu bringen, ist dieser Umstand von ganz wesentlicher Bedeutung.

Zur Beobachtung der Kapillaren wurden binokulare Lupen und Mikroskope[2]) verwendet. Als Lichtquelle benutzte ich wenn möglich durch eine geeignete Linse konzentriertes Sonnenlicht, oder in gleicher Weise konzentriertes Licht einer Bogenlampe[3]). — Um die Vor-

[1]) Verfahren der histologischen Untersuchungen der Haut brauche ich wohl nicht anzuführen. Angaben über histologische Befunde an den Quaddeln, auch nach Insektenstichen, finden sich bei Stokes (1914), Ebbecke (1917), Gans (1925), Kyrle (1925), Pawlowsky und Stein (1925). Auch weitere Literaturhinweise sind dort zu finden.

[2]) Von der Firma C. Zeiß, Jena.

[3]) Von der Firma E. Leitz, Wetzlar.

gänge des Stech- und Saugaktes der einzelnen Insekten genau verfolgen zu können, wurde die gleiche Beleuchtungstechnik mit fallweise nötigen kleinen Abweichungen, angewandt. Sind die blutsaugenden Insekten hungrig, d. h. gelingt der Einstich gut, so lassen sich die Tiere auch durch schärfste Belichtung in ihrem Tun nicht stören. Mein Verfahren: die lebenden Tiere auf der lebenden Haut zu beobachten, hat sich für meine Arbeitsrichtung recht bewährt. Schon während meiner Dozentenzeit (1910—1914) an der Universität Jena habe ich, auch in Kursen, ausgiebigen Gebrauch davon gemacht. In meinen Arbeiten über die Kleiderlaus Hase (1915) und Bettwanze Hase (1917) ist bereits davon die Rede.[1]) Mir waren deshalb die Verfahren, wie sie Saphier (1921), Vonwiller (1924, 1925) und auch J. W. Schmidt (1920), Schur (1920) zusammenhängend beschrieben haben, letzten Endes nicht neu. Damit soll aber keinesfalls der Wert dieser Veröffentlichungen von mir in Abrede gestellt werden.

Ein noch ziemlich umstrittenes Gebiet ist das der Farbbestimmung der Haut. Ob hier überhaupt eine allgemein anerkannte, technische Methode zu schaffen möglich ist, will mir zweifelhaft erscheinen. W. Ostwald hat sich ja große Mühe gegeben, Farbenskalen auszuarbeiten. Die einzelnen Abstufungen werden dabei mit Nummern und Buchstaben bezeichnet. Damit fehlt jedes Vorstellungsvermögen, wenn nicht jeder im Besitz der Farbenskala ist oder eine hinweisende Erklärung dazu gesetzt wird. Wo ich Farbenangaben mache, sind sie zunächst noch nach alter Weise (unter Verwendung der allgemein üblichen Farbenbezeichnung) gegeben, obwohl mir deren Unzulänglichkeit wohl bewußt ist.

8. Über ein Maß der Empfindlichkeit der Haut und über das Messen und Auswerten der Quaddeln.

Daß bei Tieren wie Menschen eine verschieden große Hautempfindlichkeit gegenüber Insektenstichen herrscht, eine Empfindlichkeit, die sogar bei derselben Person von Zeit zu Zeit und auch in den einzelnen Hautbezirken wechseln kann, ist eine bereits bekannte, aber meines Erachtens noch nicht genugsam gewürdigte Tatsache. Verwiesen sei nur auf einige Arbeiten neueren Datums, wo dieser Punkt erwähnt wird; man vergleiche: Albrecht 1900, Lesser 1914, Hase 1915, 1924, Jesionek 1921, Hescheles 1923, Ebbecke 1923, Mraček-Jesionek 1924, Gans 1925. — Merkwürdigerweise hat man besondere Methoden, um diese Empfindlichkeit genauer zu kennzeichnen, nicht ausgearbeitet, soweit ich die Literatur kenne. Es fehlen also Verfahren, um diese Empfindlichkeit in irgend einer Weise bequem, leicht vergleichbar und anschaulich bildlich darzustellen. Das Bedürfnis hierfür lag aber bei meinen Arbeiten vor.

[1]) Genk (1919) hat die Tätigkeit des Grabens bei Krätzmilben in der lebenden Haut in dieser Weise beobachtet, nachdem sie mit Zedernöl die betreffenden Hautstellen aufgehellt und eingeebnet hatte.

Es hat wohl als Erster v. Pirquet (1907, 1916) ein Verfahren in gedachter Richtung angegeben anläßlich seiner Versuche über traumatische Cutanreaktionen. Er mißt die Quaddel nach Länge und Breite und trägt die gefundenen Werte in Millimeter in ein Koordinatensystem ein. A. a. O. 1916, S. 183 heißt es: „Als Ausdehnung ist der Durchmesser in Millimeter bezw. das arithmetische Mittel von Längen- und Breitendurchmesser genannt, als Intensität wird Exsudation und Hyperämie in folgender Weise gerechnet:

Deutliche	Tastbarkeit,	deutliche	Rötung	$\simeq = 8$
„	„	undeutliche	„	$\simeq = 7$
Undeutliche	„	deutliche	„	$\simeq = 6$
Deutliche	„	keine	„	$\simeq = 5$
Keine	„	deutliche	„	$\simeq = 4$
Undeutliche	„	undeutliche	„	$\simeq = 3$
„	„	keine	„	$\simeq = 2$
Keine	„	undeutliche	„	$\simeq = 1$

Maximum an Ausdehnung und Intensität bei 13 Versuchen:

Ausdehnung in Millimetern . .	9	9	8,5	7	6,5	6	6	5,5	5	5	5	4,5	4
Intensität in Graden	2	1	1	3	1	1	1	3	1	3	3	1	1“

Die Unsicherheit dieses Verfahrens hat v. Pirquet (1907) wohl selbst herausgefühlt, wenigstens ist anders ein entsprechender Satz a. a. O. S. 11: „Das Schwanken der Messungen zwischen 3 und 5 mm liegt innerhalb der Fehlergrenze der Messungsmethode, die bei einer zarten Rötung keine exakten Zahlen liefern kann“ kaum zu verstehen.

Von späteren Bearbeitern ist dann das Verfahren, einfach die Quaddeldurchmesser zu bestimmen, fast unverändert übernommen worden, so auch von v. Groer (1923, 1924) in seiner Darstellung der Dermoreaktionen im Abderhaldenschen Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Hescheles (1923) tut ein gleiches, er schreibt a. a. O. S. 183: „Wenn wir als Maß der Empfindlichkeit den Durchmesser des Flohsticherythems annehmen, so finden wir höchste Empfindlichkeit an der Gesichtshaut (in einem unserer Fälle 15 mm), dann . . . usw.“ Ich konnte mich aus mehrfachen Gründen nicht dazu entschließen, das „Maß“ der Empfindlichkeit in dieser Weise festzulegen. Mit genannten Forschern stimme ich wohl darüber überein, daß ich die Quaddelentwicklung, d. h. ihre Größe, mit als Maß der Empfindlichkeit der Haut überhaupt bewerte und auch sehr stark bewerte. Aber die Quaddelgröße nur in der Weise auszudrücken, wie es v. Pirquet und die anderen tun, dazu konnte ich mich nicht verstehen. Sicher ist die Quaddel eine sehr gut sichtbare und meßbare Erscheinung. Besonders das von mir Abschnitt C 3 geschilderte Verfahren der bildmäßigen Festlegung gestattet sogar ein recht genaues Messen. Bei den roten Höfen (Erythema) liegen die Verhältnisse bereits anders. Aber, roter Hof

und Quaddel sind doch flächenhafte Gebilde und als solche sie durch ein arithmetisches Mittel $\frac{(a+b)}{2}$ (gewissermaßen durch einen Index) zu kennzeichnen, wie es v. Pirquet, v. Groer, Hescheles u. a. tun, ist meines Erachtens sicher verfehlt. Zum mindesten hätte man das geometrische Mittel $\frac{(a.b)}{2}$ wählen müssen. Das arithmetrische Mittel kann ja letzten Endes immer nur ein linienhaftes Gebilde und keine Fläche versinnbildlichen bezw. durch einen Index charakterisieren.

Als Maß der Empfindlichkeit der Haut bezw. der Versuchsperson überhaupt muß meines Erachtens verwertet und herangezogen werden, im wesentlichen fünferlei, und zwar:

a) die Quaddel nach Größe (Tastbarkeit und Profil eingeschlossen) und nach der Schnelligkeit ihrer Entwicklung und der Dauer ihres Verweilens;

b) roter Hof, nach Größe seiner Entwicklung, nach Schnelligkeit seines Entstehens und nach der Intensität seiner Färbung;

c) die Temperaturhöhe bezw. die Temperaturdifferenz zwischen normaler Haut und gestochener Haut;

d) das subjektive Schmerzempfinden, nach seiner Intensität gewertet;

e) die Kapillarerscheinungen, soweit sie sichtbar und meßbar sind. Berücksichtigt muß hierbei werden, Erweiterung oder Verengerung der Kapillaren, Strömung in den Kapillaren, die Druckverhältnisse in den Kapillaren.

Offen muß zugegeben werden, daß wir das Ziel noch nicht völlig erreicht haben. Unsere Verfahren gestatten noch nicht, alle Erscheinungen, die nach Insektenstichen in der Haut auftreten, in einer völlig einwandfreien Weise objektiven Messungen zugänglich zu machen. Unser Bestreben muß es daher sein, wenigstens die Erscheinungen, die man messen kann, möglichst genau zu messen. Jedenfalls gibt es ein wesentlich besseres Bild für das Maß der Empfindlichkeit, wenn man die unter a—d genannten Erscheinungen zusammenfassend bewertet, als wenn man nur Quaddel und roten Hof, in Form eines arithmetischen Mittels, hierzu heranzieht. Vielleicht liegt die Zeit nicht mehr zu fern, daß man, zum Teil mit Hilfe des Kapillardruckmeßapparates von Rajka (1926), auch die Kapillarerscheinungen einer einwandfreien Messung zugänglich machen kann und zur Bewertung der Hautempfindlichkeit mit heranzieht.

Die nachfolgenden Ausführungen enthalten Angaben, wie ich die Größe von Quaddel und rotem Hof feststelle. Wie diese Erscheinungen in bestimmten Beziehungen zur Zeiteinheit gebracht werden, wurde bereits auseinandergesetzt (vgl. auch Abb. 11, 12 u. 13). Das beschriebene Verfahren gestattet bequem die entstehende Quaddel flächentreu festzuhalten. Eine entsprechende Gegenüberstellung derartiger Bilder erlaubt dann ohne weiteres zu sagen, welche der einzelnen Quaddeln die größte ist, welche am schnellsten entstanden ist und welche den längsten Bestand gehabt hat.

Wie ich eingangs hervorhob, bewerte ich die Größe der Quaddel sehr stark. Infolgedessen lag es mir daran, Verfahren auszuarbeiten, welche gestatten, die Größe der Quaddel in qmm möglichst genau zu messen, um daraus den Quaddelindex (Q_J) zu gewinnen. Der Index ist selbstverständlich durch radizieren des Flächeninhaltes zu errechnen. Um junge d. h. eben aufspringende Quaddeln zu messen, ist sehr bequem, die Zeißsche Meßlupe[1]) bezw. die beiden Meßplatten — beide aus Glas mit entsprechender Randfassung — zu verwenden. Die eine Platte — ich nenne sie „L-Platte" d. h. „Linien-Platte" — ist mit sehr genauer Strichteilung versehen. Der aufgeätzte Maßstab gestattet 0,2 mm direkt abzulesen. Eine größere Meßgenauigkeit ist mit keinem anderen Maßstab zu erzielen. Die andere Platte — ich nenne sie „F-Platte" d. h. „Flächen-Platte" — ist in dieser Weise mit konzentrischer Kreisteilung versehen, wie es Abb. 18 zeigt. Da die Kreise in Abständen von 0,5 mm gezogen sind, so läßt auch diese Platte an Meßgenauigkeit nichts zu wünschen übrig. Rechtwinklige Achsen und Zahlen auf der F-Platte erleichtern das Ablesen ungemein. Zur Ausmessung sehr kleiner Quaddeln sind beide Platten hervorragend geeignet. Mithilfe der Kreisplatte ist ohne weiteres möglich, die ersten Stadien der Quaddelentwicklung innerhalb gewählter Zeitabstände genau zu verfolgen.

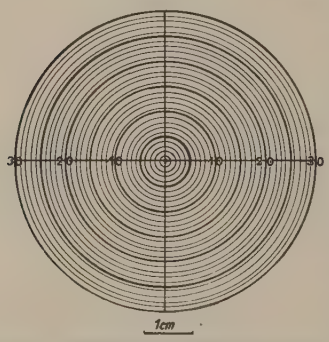

Abb. 18. Teilung einer Meßplatte (F.-Platte) der Firma C. Zeiß.

Den Flächeninhalt der jüngsten Quaddeln kann man als Kreisfläche ($r^2\pi$) bestimmen, wobei — r der halbe Durchmesser der Quaddel ist. Der Index würde dann sein: $Q_J = \sqrt{r^2\pi}$. Sind die Quaddeln etwas größer, so nehmen sie in der Regel Ellipsenform an, der große Durchmesser ist dabei a, der kleine b, der Ellipseninhalt $a.b.\pi$. Der Index ist dann entsprechend $Q_J = \sqrt{a.b.\pi}$. Sind die Quaddeln auf dem Höhepunkt ihrer Entwicklung, d. h. haben sie die größte Ausdehnung erreicht, so ist der Flächeninhalt und damit der Index durch einfaches Messen des Durchmessers nicht zu gewinnen. Es muß dann der Inhalt dieser Fläche ein wenig umständlicher zunächst festgestellt werden. Hierfür sind verschiedene Verfahren möglich, die an Genauigkeit — soweit eben erreichbar — nichts zu wünschen übrig lassen. Zum Teil lehnen sich meine Verfahren an schon Bekanntes an, sie wurden aber von mir zweckentsprechend ausgestaltet.

Verfahren A. Um die Flächenausdehnung einer Quaddel (z. B. in Abb. 13 Quaddel a in der 18. Minute) zu ermitteln, pause man mindestens dreimal nebeneinander diese Quaddel auf ein Cellonblatt durch.

[1]) Hergestellt von der Firma C. Zeiß, Jena.

Dann schneide man mit einem scharfen Messer die Quaddel aufs genaueste aus. Jetzt läßt sich durch ein einfaches Wiege- und Rechenverfahren ermitteln, wieviel qmm Inhalt die betreffende Quaddel hat. Am einfachsten ist, wie folgt vorzugehen. Man schneidet sich zunächst einmal quadratische, d. h. dem Flächeninhalt nach genau bekannte Platten aus Cellon, vielleicht 6 Stück aus. Dann ermittelt man, wieviel jede dieser 6 Platten wiegt, und da der Inhalt dieser ausgeschnittenen Platten nach qmm genau bekannt ist, so sind die Beziehungen ja recht einfache. Wenn man z. B. ermittelt hat, daß 3600 qmm Cellonplatte von derselben Beschaffenheit ein bestimmtes Gewicht haben, dann ist sofort zu errechnen, wie schwer 1 qmm dieser Cellonplatte ist. Weiterhin ist auch bekannt, wieviel mg die ausgeschnittene Fläche, die der Ausdehnung einer Quaddel entspricht, wiegt, und sofort kann damit der Quaddelinhalt rechnerisch bestimmt werden. Kleine Ungenauigkeiten sind nicht zu vermeiden. Infolgedessen wird auch die Oberflächenbestimmung um ein weniges zu hoch oder zu tief ausfallen. Aber mehr als 3—6 qmm Differenz wird man bei etwas Übung nicht erhalten. Da man aus drei Wägungen das Mittel nimmt, so verringert sich der Fehler entsprechend. Jedenfalls gewinnt man eine Zahl, die an Genauigkeit für diese Zwecke nichts zu wünschen übrig läßt. Im angegebenen Beispiel (Abb. 13 Quaddel a 18 Min.) ist als Durchschnitt 184 qmm Fläche ermittelt worden. Der Quaddelindex würde demnach sein $Q_J = \sqrt{184} = 13{,}5$. Ich glaube, mein Verfahren gibt einen wesentlich besseren Ausdruck für die Größe der Quaddelentwicklung als es v. Pirquet mit seinem arithmetischen Mittel gegeben hat.

Verfahren B. Mithilfe eines Kurvenmessers,[1]) wie er in jedem einschlägigen Geschäft, das Meßapparate verkauft, zu haben ist, kann man auf der gewonnenen Pause der Quaddel, nötigenfalls auch direkt auf der Haut, die Umrandung der Quaddel abfahren und dann die Länge der so umfahrenen Kurve vom Kurvenmesser ablesen. Diese Länge der Kurve läßt sich darstellen als Umfang eines Kreises ($U = 2\,r\,\pi$). Aus der Formel für den Kreisumfang ist dann der Inhalt des Kreises zu errechnen und aus dem Inhalt wieder durch Radizieren der zugehörige Index der Quaddel. Das Verfahren hat zunächst den Nachteil, daß bei kleinen Quaddeln der Kurvenmesser keine besonders guten Werte gibt. Man kann, will man nur mit dem Kurvenmesser arbeiten, sich aber in der Weise helfen, daß man die Cellonplatten (ein bereits hervorgehobener Vorteil) in ein Epidiaskop einlegt und unter genauer Berücksichtigung des Vergrößerungsmaßstabes die Quaddelumrandung auf eine weiße Fläche projiziert, so daß die Quaddel ins Riesenhafte vergrößert erscheint. Dann mißt man die so vergrößerte Quaddelumrandung

[1]) Firma Gebr. Wichmann, Berlin NW 6, Karlstr. 13/14.

mit dem Kurvenmesser und reduziert das Maß um die jeweilige Vergrößerung. Alle übrigen Verfahren können, wie oben angegeben, angewendet werden.

Einige Worte möchte ich noch einfügen über das Verfahren, die Größe des „roten Hofes“ (Reaktionshofes) zu bestimmen. Bisher war folgendes Verfahren gebräuchlich. Man maß den größten Durchmesser nach Millimetern und charakterisierte danach einfach dieses Gebilde. Oder man maß den größten und den kleinsten Durchmesser und nahm daraus das arithmetische Mittel; die gewonnene Zahl diente dann ebenfalls zur Charakterisierung. Dieses Vorgehen muß zu ungenauen Werten führen. Bekanntlich ist die Begrenzung des roten Hofes keine deutliche, so wie es bei der Quaddel der Fall ist. Im Gegenteil! die Grenzen zacken und flammen aus in der verschiedenartigsten Weise. Kleinere Flecken, wie angrenzende Inseln, gewissermaßen „verspritzte“ Flecke, sind in der Übergangszone außerordentlich häufig. Darauf hat auch bereits Ebbecke (1917) hingewiesen. Oft bilden sich auch diese Rötungen in der Weise aus, daß sie nach einer Seite hin ganz auffällig verlängert sind. Es entsteht dadurch eine Art rotes Band. Nur den größten Durchmesser zu messen und als Wert anzusetzen hat also seine schweren Bedenken. Es geht aus diesen Ausführungen hervor: es ist eine so genaue Bestimmung der Fläche der roten Höfe, wie sie bei den Quaddeln möglich ist, hier unmöglich. Annähernd kann man den Umfang der roten Höfe mit einem Kurvenmesser auf der Haut direkt umfahren und aus dem gewonnenen Wert für den Umfang ist dann der Flächeninhalt zu errechnen. Doch hat auch dieses Verfahren immerhin noch den Nachteil, daß es mit zu großen Fehlern behaftet ist, da eben die Grenzsetzung letzten Endes eine mehr oder minder willkürliche sein wird. Auch bei den Pausen, die man mit Hilfe des Cellonpapieres erhält, sind die Grenzen für die roten Höfe ungenau. Man kann natürlich in der gleichen Weise die Größe des roten Hofes bestimmen, wie man es bei den Quaddeln tut. Nur muß man sich darüber klar sein, mit welchen Fehlern diese Feststellungen behaftet sind. Viel wesentlicher erscheint mir aber bei den roten Höfen nicht die Feststellung der Entwicklung nach der Fläche, ausgedrückt in der Maßeinheit von qmm, sondern die Feststellung des Zeitpunktes, wann der rote Hof seine größte Ausdehnung erreicht hat im Verhältnis zur Entwicklung der Quaddel. Der Zeitpunkt der größten Flächenentwicklung kann unter Zuhilfenahme des Pausverfahrens recht genau ermittelt werden. Durch eine entsprechende Markierung wird dann dieser Zeitpunkt in die graphische Darstellung mit eingetragen.

Nun hat v. Pirquet in seinen traumatischen Cutanreaktionen über die Tastbarkeit der Quaddeln noch eine Art Skala aufgestellt (vgl. S. 284). Ich habe darauf nicht zu viel Wert gelegt, da derartige Dinge zu großen Schwankungen unterworfen sind, abhängig von der Feinheit des Tast-

vermögens des Versuchsunternehmers und von seinen doch letzten Endes willkürlichen Schätzungen.

Besondere Schwierigkeiten macht auch die Bestimmung des Quaddelprofils. Daß die Höhe der Quaddel nicht immer dieselbe ist, heben auch andere Beobachter hervor. Am besten ist das Quaddelprofil auf folgende Weise festzustellen: man orientiert die Quaddel, bezw. die betreffende, Hautstelle, derartig gegen das Licht, daß man die Profillinie sehen kann. Durch Abblenden der seitlichen Beleuchtung, am einfachsten durch kleine schwarze Pappblättchen und durch Wählen eines möglichst hell erleuchteten Hintergrundes kann das Profil und damit auch die Höhe der Quaddel annähernd bestimmt werden. Über 1—2 mm erhebt sich die Quaddel im allgemeinen nicht. Erhebungen bis zu 15 mm, angegeben von Günther (1917, S. 658) habe ich wenigstens nicht beobachten können, zum mindesten nicht als primäre Stichfolge.

Aus der Fläche der Quaddel und der Höhe konnte dann noch das Quaddelvolumen errechnet werden. Doch möchte ich dieser Zahl zunächst keine besondere Bedeutung beimessen, da sie mir noch mit zu viel Fehlern behaftet erscheint, um als Maß für die Bewertung einer bestimmten Empfindlichkeit zu dienen.

9. Über die graphische Darstellung der Hautreaktionen nach Insektenstichen.

Bei den Untersuchungen, um die es sich hier handelt, erhält man vielerlei Einzelwerte. Um zu einer einheitlichen Auffassung zu kommen, ist es daher praktisch, zu graphischen Darstellungen seine Zuflucht zu nehmen, die das zum Ausdruck bringen, was als Maß für die Empfindlichkeit der einzelnen Versuchsperson besonders berücksichtigt werden soll. Es sind vornehmlich folgende Erscheinungen, die in ihrer Gesamtheit als Wertmesser in Betracht kommen: a) die Größenentwicklung der Quaddel, ausgedrückt durch einen Index; b) die Höhe des Temperaturunterschiedes zwischen der gestochenen Hautstelle und einer benachbarten, normalen Hautstelle, ausgedrückt in Graden; c) die Höhe des subjektiv spürbaren Schmerzes (in verschiedener Tönung), wobei die Schmerzhöhe durch drei verschiedene Stufen ausgedrückt wird; d) der Zeitpunkt der größten Ausdehnung des roten Hofes. Wie bereits im vorhergehenden Abschnitt hervorgehoben wurde, ist zu berücksichtigen, daß die Größe des roten Hofes (nach Quadratmillimeter gemessen) verhältnismäßig schlecht bestimmbar ist. Um so genauer ist bestimmbar der Augenblick der größten Ausdehnung. Da nun Quaddel und roter Hof in einem gewissen Zusammenhang stehen, so trägt man bei der graphischen Darstellung die entsprechenden Marken in ein gemeinsames Feld ein.

Die graphische Darstellung vereinigt nun zunächst einmal (vgl. Abb. 19) in einem Bild die gemachten Beobachtungen, bezogen auf die Zeiteinheit, wobei der Augenblick des Einstiches (E) als Nullpunkt angenommen wird.

Wie derartige graphische Darstellungen ausgeführt werden können,[1]) ist durch die beigegebene Abb. 19 ohne weiteres ersichtlich. Es wird in dieser Darstellung ferner eingetragen unter „Sog" der Zeitpunkt, wann das betreffende Tier mit Saugen aufhört und wieviel es Blut bei dem betreffenden Saugakt (in Milligramm) aufgenommen hat. Wie ich schon betont habe, liegt es mir daran, die Beziehungen zwischen stechendem Insekt und gestochener Person möglichst einheitlich zu verschmelzen, und deshalb dürfen Angaben wie die letztgenannte in der graphischen Darstellung nicht fehlen. Die Abb. 19 ist aber nur als ein „Muster" zu be-

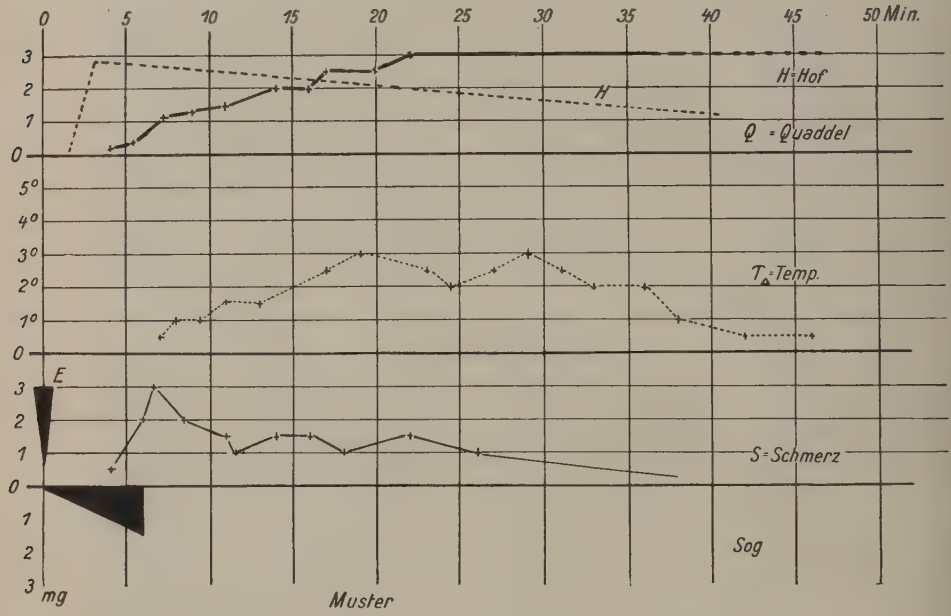

Abb. 19. Muster einer graphischen Darstellung einer Hautreaktion nach Insektenstichen.

trachten. Es soll nur veranschaulichen, wie praktischerweise derartige Darstellungen angeordnet werden.

In Abb. 20 ist an der Hand eines Stech- und Saugaktes einer Wanzenlarve IV eine graphische Darstellung angefertigt worden. Die danach auftretenden Hauterscheinungen sind: Temperaturerhöhung, Schmerz, Quaddelentwicklung und roter Hof. Beobachtet wurde bis zur 42. Minute nach erfolgtem Einstich. Alles weitere ist wiederum aus der Abbildung ohne weiteres ersichtlich.[2]) Auf eine kritische Besprechung der Befunde verzichte ich hier, es soll ja nur das Verfahren als solches dargelegt werden.

[1]) Absichtlich sage ich „können", um anzudeuten, daß auch andere bildmäßige Darstellungen möglich sind. Nur erschien mir die gewählte als die einfachste.

[2]) In Abb. 19—21 entspricht Q natürlich = Q_J.

Man wird schließlich bei derartigem Vorgehen eine größere Anzahl graphischer Darstellungen erhalten. Dann ist es selbstverständlich praktisch, bereits vorgedruckte Schemata zu verwenden. Sehr gut eignen sich dazu die vorgedruckten Blätter für Temperaturkurven (in Schwarzdruck), wie sie in den einschlägigen Geschäften für Krankenbedarf zu haben sind.

Was diese graphischen Darstellungen, unter Berücksichtigung der Zeiteinheiten (Abb. 21) zeigen, ist die Lage der Höhepunkte von S

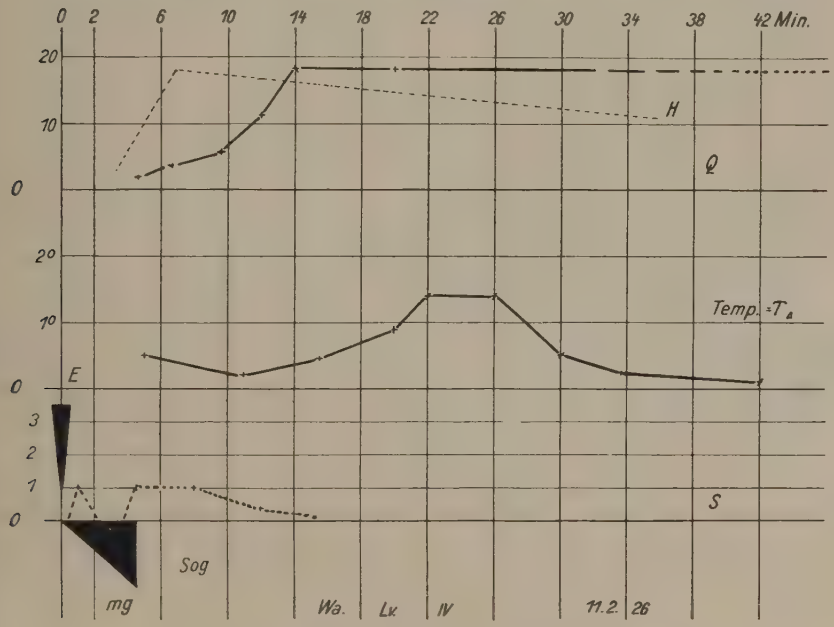

Abb. 20. Graphische Darstellung der Hautreaktionen nach einem Wanzenstich.

(= Schmerz), $T_\triangle$ (= Temperatur), Q (= Quaddel), H (= roter Hof). Ferner zeigen die Darstellungen gewissermaßen auf einer Linie (A—B) Beziehungen zwischen Anfang und Ende der Schmerzempfindung und Temperaturerhöhung, des Aufspringens und Verweilens der Quaddeln und roten Höfe. Weiterhin zeigen diese Darstellungen wie der Augenblick des Einstiches (E) und der Augenblick des Ablassens des betreffenden saugenden Insektes zu dem Anfang und Endpunkt von S, $T_\triangle$, H, Q liegt. Auch lassen die Bilder erkennen, welche Latenzzeit zwischen einerseits Einstich, andererseits Quaddelbeginn, Hofbildung, erster Schmerzempfindung usw. liegt. Die Wichtigkeit solcher Feststellungen ist in neuerer Zeit betont worden. Es sei nur auf die Arbeiten von Günther (1917), Ebbecke (1917, 1923), Hecht (1925) verwiesen.

Ferner lassen sich alle sicher feststellbaren und zum Teil genau meßbaren Erscheinungen gleichsam auf eine gemeinsame Linie (X—Y), (Abb. 21) bringen, und je nach der Lage, d. h. der Gedrängtheit, aller dieser Punkte wird man zur Aufstellung eines bestimmten Empfindlichkeitsgrades gegen den Stich eines bestimmten Insektes der betreffenden Versuchsperson kommen. Und endlich wird es gelingen, gewisse Gruppen von Personen, die wir für wenig empfindlich, unempfindlich voll empfindlich (nach dieser Richtung hin) bezeichnen an der Hand dieser Verfahren genau zu charakterisieren. Wie ich oben schon sagte, lag es mir

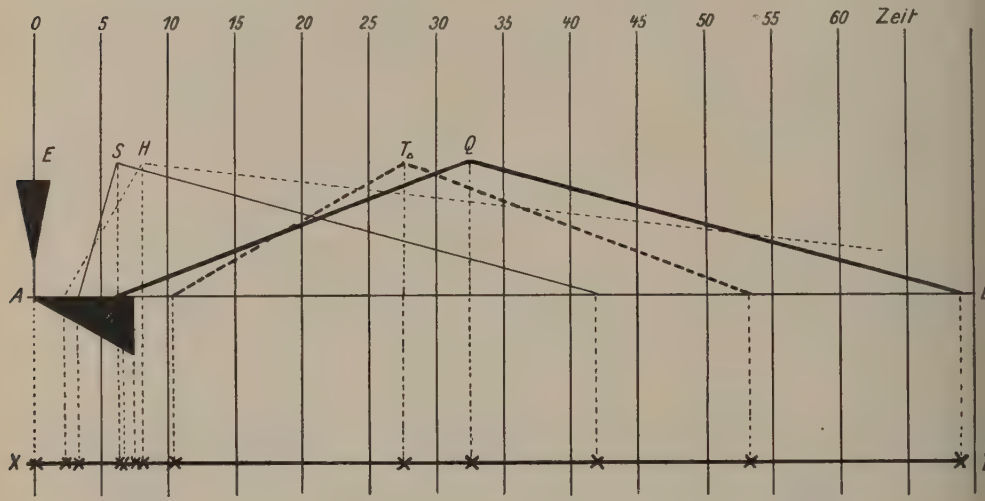

Abb. 21. Graphische Darstellung zwecks Herstellung von Beziehungen zwischen H, S, T und Q innerhalb bestimmter Zeiteinheiten. Nähere Erklärungen im Text.

daran, nicht nur an einer Erscheinung den Empfindlichkeitsgrad zu messen, sondern an möglichst vielen Erscheinungen, die aber untereinander ursächlich verknüpft sind und durch geeignete Verfahren in ihren Wechselbeziehungen aufgelöst werden müssen. Welche Verfahren hierzu einzuhalten sind und was sie in bezug auf Genauigkeit zu leisten imstande sind, hoffe ich im einzelnen gezeigt zu haben.

Alle Verfahren, welche in der vorliegenden Arbeit beschrieben worden sind, können selbstverständlich nicht nur bei den primären Erscheinungen nach Insektenstichen angewendet werden, sondern auch bei den sekundären Erscheinungen. Daß man primäre und sekundäre Sticherscheinungen auseinander halten muß, wurde bereits von mir in der Arbeit über die Stiche der Wasserwanze Notonecta (1924) gesagt. Es genügt also, darauf hinzuweisen.

D. Schlußbemerkungen.

Einige Schlußbemerkungen seien noch gestattet! Alle Untersucher von Hautreaktionen betonen die auserordentliche Flüchtigkeit dieser Erscheinungen. Um so mehr Grund, nach meiner Auffassung, möglichst Vielerlei genau zu messen. Erst dann wird es gelingen, dem Wesen dieser Erscheinungen näher zu kommen, wenn die Verfahren gestatten, das Wechselvolle in seinen Einzelheiten genau zu erfassen.

Die Verfahren mußten daher verschiedenen Anforderungen genügen. Sie mußten schnell durchführbar sein, immer wiederholbar und auch letzten Endes billig sein.[1]) Die Feinheit dieser Methoden mußte ferner gewährleisten, alte, sichere Beobachtungen zu bestätigen und neue zu machen, um für neue Erklärungen den Boden vorzubereiten. Da die Individuen dauernd veränderlich sind, so ist die Haut dieser Individuen in gleicher Weise veränderlich. Ja, es ist wohl nicht zu weit gegangen, wenn man annimmt, daß die Haut einer Versuchsperson oder eines Versuchstieres überhaupt niemals sich in einer unveränderlichen „Nullage" befindet, sondern daß eine dauernde Schwankung, um einen von uns gedachten Nullpunkt besteht. Der Grad dieser Schwankung läßt sich ausdrücken als Empfindlichkeitszustand der betreffenden Person. Der Empfindlichkeitszustand wiederum gibt einen Ausdruck für eine dauernd oder nur zeitweilig vorhandene Immunität gegen Einflüsse, welche Hauterscheinungen zu verursachen imstande sind. Einflüsse, welche Hauterscheinungen hervorzurufen imstande sind, kennen wir verschiedene. In unserem Fall interessieren uns in erster Linie die chemischen Einflüsse, verursacht durch Insektenstiche, und erst in zweiter Linie die mechanischen oder psychologischen, welche verstärkend oder abschwächend wirken oder wirken können, und so das ursprüngliche Bild trüben. Die mechanischen Einflüsse zur Erzielung von Hautreaktionen sind bei meinen Untersuchungen sogar nach Tunlichkeit ausgeschaltet worden.

Ob meine Methoden etwas zu leisten imstande sind, überlasse ich dem Urteil anderer. In einer umfangreicheren Arbeit wird dargelegt werden, zu welchen Einzelfeststellungen sie mir brauchbar erschienen. Ich konnte mich bei der Durchführung dieser Untersuchungen, die sich auf mehrere Jahre schon erstrecken, des Eindruckes nicht erwehren, als ob Dermatologie, Physiologie, Pharmakologie und Biologie in mancher Hinsicht aneinander vorbeigegangen sind. Ich habe deshalb, obwohl ich Biologe bin, den Ausflug in Nachbargebiete gewagt, soweit es mir rätlich erschien. Ich habe um Rat gefragt bei Fachleuten der anderen Gebiete, wenn mein

[1]) Im Sommer 1925 unternahm ich eine längere Studienreise nach Spanien mit der Unterstützung der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft. Während dieser Reise, auf welcher vornehmlich parasitologische Untersuchungen ausgeführt wurden, hatte ich Gelegenheit, die Brauchbarkeit meiner Verfahren, auch unter schwierigen äußeren Verhältnissen, zu prüfen.

Wissen nicht ausreichte. Ich habe aber auch mich nicht gescheut, in die Arbeitsverfahren der Nachbargebiete gewissermaßen einzudringen, da, wo Arbeitsweisen meines engeren Gebietes nicht ausreichten. Zur Förderung gewisser Probleme der Biologie, insonderheit der Parasitologie, hielt ich diesen Ausflug sogar für notwendig. — Daß meine Verfahren noch mancher Verbesserung zugänglich sind, werde ich nie bestreiten. Ich bin deshalb für Verbesserungsvorschläge jederzeit dankbar.

E. Schriftennachweis.

Es sind nur die Arbeiten angeführt, auf die im Text ausdrücklich verwiesen wurde. Die mit * versehenen Arbeiten enthalten weitere Quellennachweise.

Albrecht, Die Nesselsucht beim Rinde. Monatshefte für praktische Tierheilkunde. Bd. 11. Stuttgart 1900.

*Basler, Adolf, Methoden zur Untersuchung der Hautsinne. E. Abderhalden: Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abt. V. Teil J. Heft 3. Lief. 105. Berlin 1923.

*Benczur, Dionys, und Jonas, Arnold, Über Thermopalpation. Deutsches Archiv für klin. Medizin. Leipzig 1890.

— — Wesen und Zustandekommen der thermopalpatorischen Erscheinungen. Deutsches Archiv für klin. Medizin. Bd. 48. Leipzig 1891.

Besnier, E., Brocq, L., u. Jacquet, L., La Practique dermatologique. Paris 1900.

*Bloch, B., und Ryhiner, P., Histochemische Studien in überlebendem Gewebe über fermentative Oxydation und Pigmentbildung. Zeitschr. für die gesamte experimentelle Medizin. Bd. 5. Berlin 1917.

Boyé, Karl, Ein Beitrag zur Lehre von der normalen Hauttemperatur des Menschen. Dissertation. Leipzig 1901.

Bruns, O., und König, F., Über die Strömung in den Blutkapillaren der menschlichen Haut bei kalten und warmen Bädern und über die „Reaktion" in und nach kühlen Wasser- und Kohlensäurebädern. Zeitschr. für physikalische und diätetische Therapie. Bd. 24. Leipzig 1920.

Claus, R., und Bingel, A., Über Messungen der Hauttemperatur bei Gesunden und Nervenkranken. Deutsche Zeitschr. für Nervenheilkunde. Bd. 37. Leipzig 1909.

*Ebbecke, U., Die lokale vasomotorische Reaktion (L. V. R.) der Haut und der inneren Organe. Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie. Bd. 169. 1917.

— — Kapillarerweiterung, Urticaria und Schock. Klin. Wochenschrift. 2. Jahrgang. II. Halbjahr. Berlin 1923.

Ehrmann, S., Vergleichend-diagnostischer Atlas der Hautkrankheiten und der Syphilide. Jena 1912.

Eulenburg, Albert, Real-Enzyklopädie der gesamten Heilkunde. 4. Aufl. Bd. 14. Berlin 1913. Kreibisch: Urticaria.

*Eysell, Karl, Die Krankheitsüberträger und Krankheitserreger unter den Arthropoden in Mense; C.: Handbuch der Tropenkrankheiten. Bd. 1. 3. Auflage. Leipzig 1924.

*Frühwald, Richard, Kurzgefaßtes Lehrbuch der Haut- und Geschlechtskrankheiten. Teil i: Hautkrankheiten. Leipzig 1925.

*Gans, Oskar, Histologie der Hautkrankheiten. Bd. 1. Berlin 1925.

Genk, Margarete, Die Erkennung der Krätzmilben durch das Hautmikroskop. Deutsche Medizinische Wochenschrift. 45. Jahrgang. Nr. 40. Leipzig 1919.

*Goldstein, Kurt, Psychologische Methoden zur Untersuchung der Hautsinne. E. Abderhalden: Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abt. VI. Teil A. Heft 3. Lief. 79. Berlin 1922.

*Groer, Franz von, Die Dermoreaktionen. E. Abderhalden: Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abt. XIII. Teil 2. Heft 3. Lief. 137. Berlin 1924.

*Groer, Franz von, und Hecht, A. F., Pharmakodynamische Untersuchungen an der lebenden Haut. I. Methodische Grundlagen und Ziele der pharmakodynamischen Hautreaktionen am Menschen. Zeitschr. für die gesamte experimentelle Medizin. Bd. 33. Berlin 1923.

Groer, Franz von, Stütz, W., und Tomaszewski, J., Pharmakodynamische Untersuchungen an der lebenden Haut III. Die cutane Pigmentreaktion, zugleich ein Beitrag zur Lehre der Hautpigmentbildung. Zeitschr. für die gesamte experimentelle Medizin. Bd. 33. Berlin 1923.

*Günther, Hans, Die mechanische Erregbarkeit der Hautmuskeln und Hautgefäße. Ergebnisse der inneren Medizin und Kinderheilkunde. Bd. 15. Berlin 1917.

Hase, Albrecht, Beiträge zu einer Biologie der Kleiderlaus. Zeitschr. für angewandte Entomologie. Bd. 2. Berlin 1915.

— — Weitere Beobachtungen über die Läuseplage. Zentralbl. für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten. Abt. I. Orig.-Bd. 77. Jena 1915.

*— — Die Bettwanze (*Cimex lectularius* L.), ihr Leben und ihre Bekämpfung. Berlin 1917.

*— — Methoden der Züchtung von Wanzen, Läusen, Flöhen, sowie Einführung in die systematische Kenntnis dieser Formen. In Kraus und Uhlenhuth: Handbuch der mikrobiologischen Technik. Bd. 3. Berlin 1924.

— — Über die Stiche der Wasserwanze *Notonecta glauca* L. Zoologischer Anzeiger. Bd. 59. 1924.

Hecht, A., F., und Wagner, Richard, Pharmakodynamische Untersuchungen an der lebenden Haut II. Physikalisch-chemische Grundlagen der intrakutanen Reaktionen am Menschen. Zeitschr. für die gesamte experimentelle Medizin. Bd. 33. Berlin 1923.

Heimberger, H., Beiträge zur Physiologie der menschlichen Kapillaren. Zeitschr. für die gesamte experimentellen Medizin. Bd. 46. Berlin 1925.

Heinz, W., Über lokale Differenzen der Hauttemperatur bei pulmonalen Erkrankungen. Wiener klin. Wochenschrift. 27. Jahrgang. 1914. Wien und Leipzig.

*Heller, Julius, Die vergleichende Pathologie der Haut. Berlin 1910.

Hescheles, J., Klin. Untersuchungen über Hautreaktionen nach Insektenstichen I. Die Klinik des Flohstiches. Zeitschr. für Kinderheilkunde. Bd. 34. Heft 3/4. Berlin 1922.

Hirsch, Carl, Müller, Otfried, Rolly, Experimentelle Untersuchungen zur Lehre vom Fieber. II. Zur Methodik der thermo-elektrischen Temperaturmessung. Deutsches Archiv für klin. Medizin. Bd. 75. Leipzig 1903.

Hoffmann, W. H., Urtikaria durch Phlebotomenstiche. Archiv für Schiffs- und Tropenhygiene. Bd. 30. Leipzig 1926.

Holland, Meta, und Meyer, Luise, Beobachtungen an den Hauptkapillaren bei Kindern mit exudativer Diathese. Münchener medizinische Wochenschrift. 66. Jahrgang. II. Hälfte. 1919.

Jesioneck, Albert, Spezielle Dermatologie. I. Dermatozoonosen. In: Riecke, Erhard: Lehrbuch der Haut- und Geschlechtskrankheiten. 6. Aufl. Jena 1921.

Jürgensen, E., Mikrokapillarbeobachtungen und Puls der kleinen Gefäße. Zeitschr. für klin. Medizin. Bd. 86. 1918.

— — Mikrokapillarbeobachtungen. Ein Beitrag zur pathologischen Physiologie des Kreislaufsystems. Deutsches Archiv für klin. Medizin. Bd. 132. Leipzig 1920.

Kaposi, Moritz, Pathologie und Therapie der Hautkrankheiten. 5. Aufl. Berlin 1899.

Kothe, R., Studien über die Temperatur erkrankter und hyperämisierter Gelenke. Münchener medizinische Wochenschrift. 51. Jahrgang. II. Hälfte. 1904.

Kunkel, A. J., Über die Temperatur der menschlichen Haut. Zeitschr. für Biologie. Neue Folge. Bd. 7. München 1889.

Kyrle, Josef, Vorlesungen über Histo-Biologie der menschlichen Haut und ihre Erkrankungen. Bd. 1. Berlin 1925.

Lesser, Edmund, Lehrbuch der Haut- und Geschlechtskrankeiten. 13. Aufl. Berlin 1914.
Martini, Erich, Zur Kenntnis des Verhaltens der Läuse gegenüber Wärme. Zeitschr. für angewandte Entomologie. Bd. 4. Berlin 1918.
Melchior, E., und Wolff, H., Zur Diagnostik von Gelenkerkrankungen vermittels Messungen der lokalen Hauttemperatur. Münchener medizinische Wochenschrift. 59. Jahrgang. 1912.
Mračeк-Jesionek, Atlas und Grundriß der Hautkrankheiten. 5. Aufl. München 1924.
Müller, Otfried, Zur Beobachtung des Kapillarkreislaufes beim Menschen. Verhandlungen des deutschen Kongresses für innere Medizin. 32. Kongreß zu Dresden 1920. München und Wiesbaden 1921.
— — Mein Kapillarmikroskop. Medizinische Klinik. 17. Jahrgang. 1921.
*— — Die Kapillaren der menschlichen Körperoberfläche in gesunden und kranken Tagen. Stuttgart 1922.
Necheles, Heinrich, Über Wärmeregulation bei wechselwarmen Tieren. Ein Beitrag zur vergleichenden Physiologie der Wärmeregulation. Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere. Bd. 204. Berlin 1924.
*Nickau, Bruno, Anatomische und klin. Beobachtungen mit dem Hautkapillarmikroskop. Deutsches Archiv für klin. Medizin. Bd. 132. Leipzig 1920.
— — Kapillarbeobachtungen bei Erythemen und Exanthemen. Verhandlungen des deutschen Kongresses für innere Medizin. 32. Kongreß zu Dresden 1920. München und Wiesbaden 1921.
Oehler, J., Über die Hauttemperatur des gesunden Menschen. Deutsches Archiv für klin. Medizin. Bd. 80. Leipzig 1904.
Pawlowsky, E. N., Experimentelle Läusestudien. I. *Maculae coeruleae* und *Phthirius inguinalis*. Zeitschr. für die gesamte experimentelle Medizin. Bd. 40. Berlin 1924.
Pawlowsky, E. N., und Stein, A. K., Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung der Flöhe auf den Menschen. Archiv für Schiffs- und Tropenhygiene. Bd. 29. Leipzig 1925.
Pirquet, C. v., Klin. Studien über Vakzination und vakzinale Allergie. Leipzig u. Wien 1907.
— — Die traumatische Kutanreaktion. Zeitschr. für die gesamte experimentelle Medizin. Bd. 4. Berlin 1916.
*Rajka, E., Über das Messen des Kapillardruckes an der menschlichen Haut mit dem Török-Rajka-Wesselyschen Kapillartonometer. Zeitschr. für die gesamte experimentelle Medizin. Bd. 48. 1926.
Riehl, G., und Zumbusch, Leo von, Atlas der Hautkrankheiten. 1. Aufl. Leipzig 1923.
Rubner, M., Thermische Studien über die Bekleidung des Menschen. Archiv für Hygiene. Bd. 23. München 1895.
Rudowsky, Josef, Die sogenannte Fliegenstichigkeit der Pferde. Österreichische Monatsschrift für Tierheilkunde. 15. Jahrgang. Bd. 14. Wien 1890.
Schmidt, W. J., Über die Untersuchung tierischer Hartsubstanzen mittels des Opakilluminators. Zeitschr. für wissenschaftliche Mikroskopie. Bd. 37. Leipzig 1920.
Schur, Heinrich, Haut und Hautkapillaren im mikroepiskopischem Bilde. Zeitschr. f. angew. Anatomie u. Konstitutionslehre. Bd. 5. Berlin 1920.
Sikora, Hilda, Beiträge zur Biologie von *Pediculus vestimenti*. Zentralbl. für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten. 1. Abt. Bd. 76. Jena 1915.
Stokes, John, Hinchman, A clinical, pathological and experimental Study of the Lessions produced by the Bite of the „Black fly" (*Simulium venustum*). The journal of Custareous Diseases. Vol. 32. New York 1914.
Török, L., und Lehner, E., Zur Anatomie und Pathologie der Urticaria. Archiv für Dermatologie und Syphilis. Bd. 132. Berlin 1921.
Unna, P. G., Über die Verwendung des Tuberkulins bei der Lupusbehandlung und einige neue Mittel gegen Lupus. Monatshefte für praktische Dermatologie. Bd. 12. Hamburg 1891.

Vonwiller, Paul, Eine neue Mikroskopiermethode für die Beobachtung lebender Organismen und ihre ersten Ergebnisse. Zeitschr. für wissenschaftliche Mikroskopie. Bd. 41. Leipzig 1924.

*— — Neue Wege der Gewebelehre. II. Histologische Untersuchungen mittels der Mikroskopie im auffallenden Licht. Zeitschr. für die gesamte Anatomie. Abt. I. Zeitschr. für Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Bd. 76. Berlin 1925.

*Weiß, Eugen, Beobachtungen und mikrophotographische Darstellung der Hautkapillaren am lebenden Menschen. Deutsches Archiv für klin. Medizin. Bd. 119. Leipzig 1916.

— — Eine neue Methode zur Suffizienzprüfung des Kreislaufes. Zeitschr. für experimentelle Pathologie und Therapie. Bd. 19. Berlin 1918.

— — Die Strömung in den Kapillaren und ihre Beziehung zur Gefäßfunktion. Verhandlungen des deutschen Kongresses für innere Medizin. 32. Kongreß zu Dresden 1920. München und Wiesbaden 1921.

Weiß, Eugen, und Hanfland, Über Veränderungen der Hautkapillaren bei Exanthemen, mit einem Vorwort von Otfried Müller. Münchener medizinische Wochenschrift. 65. Jahrgang. 1. Halbjahr. 1918.

*Weiß, E., und Holland, Meta, Zur Morphologie und Topographie der Hautkapillaren. Zeitschr. für experimentelle Pathologie und Therapie. Bd. 22. Berlin 1921.

Wilhelmi, J., Die gemeine Stechfliege. Monographien zur angewandten Entomologie. Berlin 1917.

Wolff, Alfred, und Mulzer, Paul, Lehrbuch der Haut- und Geschlechtskrankheiten. Bd. II. Hautkrankheiten. 2. Aufl. Stuttgart 1917.

Zieler, Karl, Lehrbuch und Atlas der Haut- und Geschlechtskrankheiten. Berlin und Wien 1924.

Die forstliche Bedeutung der roten Waldameise.

Von

Priv.-Doz. Dr. **H. Eidmann**, München.

(Mit 4 Abbildungen.)

Inhalt.

Seite

1. Einleitung 298
2. Die Zahl der eingetragenen Insekten 301
3. Welche Insektenarten werden von der roten Waldameise vertilgt? 309
4. Die Erbeutung der Nahrungstiere 325
5. Der Schaden der roten Waldameise 329
6. Zusammenfassung der Ergebnisse 330

Literatur 331

1. Einleitung.

Über die Bedeutung der roten Waldameise (*Formica rufa* L. und deren Rassen) als wesentlicher Faktor bei der Gesunderhaltung unserer Wälder wäre eigentlich kein Wort zu verlieren, wenn sie nicht neuerdings wieder in Zweifel gezogen worden wäre. Man braucht nur den enormen Volkreichtum einer einzigen großen *Rufa*-Kolonie in Betracht zu ziehen, der sich auf viele Hunderttausende von Individuen belaufen kann, man braucht weiter nur an die Lebhaftigkeit dieser Tiere und ihr großes Nahrungsbedürfnis zu denken, um zu verstehen, daß der Nutzen, den sie durch Vertilgen von Insekten zu leisten vermögen, ein gewaltiger sein muß. Man braucht sich nur einmal eine Zeitlang an eine Ameisenstraße zu legen, um zu sehen, welche Menge von Kerfen stets ins Nest getragen werden. Gewiß sind nicht alle Beutetiere auch gleichzeitig Forstschädlinge, auch ist mit Sicherheit anzunehmen, daß manche Insekten bereits als Leichen aufgefunden und fortgeschleppt wurden, aber auch unter Berücksichtigung dieser Momente bleibt noch ein ganz gewaltiger, positiver Nutzen bestehen, der vielfach weit unterschätzt wird.

So haben denn auch die hervorragendsten Ameisenforscher die Nützlichkeit der roten Waldameise nicht einen Augenblick bezweifelt. Forel (1921) berechnet in seinem neuesten Werk nach Zählungen an einem Nest von *F. rufa pratensis* Retz. die Zahl der von einer einzigen großen Kolonie erbeuteten Insekten auf etwa 40000 Stück täglich, das macht in

einem Sommer, wenn wir die gesamte Tätigkeit mit nur 4 Monaten ansetzen, nahezu 5 Millionen Insekten.

Wenn auch derartige Berechnungen nur einen bedingten Wert haben können, so sind sie doch das einzige Mittel, um uns einen ungefähren Begriff von der Leistung der Ameisen zu geben.

Wasmann (1909) schreibt zu dem gleichen Gegenstand: „Da die haufenbauenden *Formica*-Arten durch Vertilgung zahlreicher forst- und flurschädlicher Insekten hervorragend nützlich sind, dürfte es angezeigt sein, dieselben auch bei uns (Luxemburg) durch die Forstgesetze zu schützen gegen die Geldgier der Puppensucher. Nackte Eulen- und Spannerraupen und viele schädliche Käfer und Käferlarven werden von den Waldameisen (*F. rufa*) und ihren Verwandten (*pratensis*, *truncicola*, *sanguinea*) massenhaft als Beutetiere gesammelt und verzehrt. Gegen die Haarraupen der forstschädlichen Spinner bilden die Waldameisenkolonien, die mit ihren Heerstraßen ein Gebiet von Hunderten oder Tausenden von Quadratmetern durchziehen, wenigstens einen indirekten Schutz, da die Raupen auf ihren Wanderungen die Ameisenstraßen meiden. Forstleuten möge dies zur Erwägung dienen."

Auch Wheeler (1910) äußert sich in dem gleichen Sinne: „Von den Millionen von Insekten, die alljährlich geboren werden, werden zweifellos viele von insektenfressenden Wirbeltieren vernichtet. Aber noch ungezählte Scharen überleben, um ihr Fortpflanzungsgeschäft zu vollenden und dann verbraucht und ermattet zu Boden zu fallen. Diese und viele andere, die gerade ihre Puppenhülle verlassen haben oder aus anderen Gründen zur raschen Flucht unfähig sind, bilden die natürliche Nahrung der meisten Ameisen. Unzählige flügellose Kerfe und Insektenlarven, Spinnen usw., fallen diesen allgegenwärtigen und wachsamen Freibeutern zum Opfer. Wer an dieser Tatsache zweifelt, mag sich nur einmal an einem warmen Sommertag 1 Stunde lang an einen volkreichen Ameisenhaufen legen, und er wird erstaunt sein über die Zahl der toten und halbtoten Insekten, die von den fouragierenden Arbeitern eingebracht werden."

Ähnlich äußert sich auch Escherich (1917) über die nutzbringende Tätigkeit der roten Waldameise: „Nicht nur auf ebener Erde suchen sie ihre Opfer, sondern sie erklettern auch die höchsten Fichten und Tannen, um die an den Nadeln fressenden Raupen oder Käfer sich zu holen. Sind die Bäume in der nächsten Umgebung gesäubert, so geht es an entfernter stehende usw. Wenn man bedenkt, welche große Einwohnerzahl eine *F. rufa*-Kolonie besitzen kann, so versteht man ohne weiteres, daß da, wo die *Rufa*-Kolonien sehr zahlreich sind, die Waldameisen eine ganz vortreffliche Schutzwehr gegen die verschiedenen Waldfeinde aus der Insektenwelt darstellen. Daher ist es sehr angebracht, daß die Zerstörung von *Rufa*-Nestern vom Gesetz mit empfindlichen Strafen geahndet wird. Liegt es doch im höchsten Interesse des Forstmannes, jeden Ameisenhaufen in seinem Revier als kostbares Gut zu betrachten, das möglichst zu erhalten ist."

Schon Ratzeburg (1844) hatte die Bedeutung der roten Waldameise als Nutzinsekt erkannt, und es hieße nur, das schon Gesagte wiederholen, wenn ich seine klassischen Ausführungen hier wiedergeben wollte. Er hatte bereits gesehen, daß bei Insektenkalamitäten die mit Ameisennestern besetzten Stellen sich wie grüne Oasen von der kahlgefressenen Umgebung abhoben, eine Beobachtung, die bei dem letzten großen Forleulenfraß in Norddeutschland verschiedentlich ihre Bestätigung fand. Er hat auch als erster die künstliche Vermehrung der Ameisenkolonien empfohlen, die jedoch erst in neuerer Zeit durch Schulz in größerem Maßstab mit Erfolg durchgeführt wurde (s. hierzu Escherich, 1925, S. 16—20).

Diese allgemeine Erkenntnis von dem Nutzen der roten Waldameise fand ihren sinnfälligen Ausdruck in einem Gesetz vom Jahre 1888, nach dem das Sammeln von Kokons dieser Ameise oder das mutwillige Zerstören ihrer Nester in den deutschen Forsten mit einer Geldstrafe bis zu 100 M oder 4 Wochen Haft bestraft wird.

Nach alledem erscheint es sonderbar, daß doch immer wieder die nutzbringende Tätigkeit der Waldameise in Zweifel gezogen wird. So hat neuerdings Stäger (1924) eine Anzahl von Zählungen an Ameisenstraßen vorgenommen, die ihn zu dem Schluß führen, daß der Nutzen unserer Waldameise seither stark überschätzt worden sei. Er berechnet die Menge der eingetragenen Insekten während eines Sommertages auf 1920 Stück für einen einzigen Ameisenhaufen, also für den ganzen Sommer (zu 100 Tagen gerechnet) auf 192000. Es darf jedoch nicht vergessen werden, daß Stäger seine Beobachtungen im Hochgebirge und zwar in der Region der Waldgrenze bei 1950—2000 m Höhe anstellte, so daß seine Angaben vorläufig nur für diese Gegenden Geltung haben und jedenfalls kein verallgemeinerndes Urteil über die Nützlichkeit der Waldameise erlauben.

Trotzdem wurden die Beobachtungen Stägers von Wolff und Krauße (1925) dazu benutzt, die alten wohlbegründeten Erfahrungen über den Haufen zu stürzen und ein voreiliges Urteil über den Nutzen der roten Waldameise zu fällen. Dieser immer wiederkehrende Skeptizismus kann nur dadurch erklärt werden, daß genaue statistische Feststellungen über den Nahrungsverbrauch und die Art der Beute von *F. rufa* bis heute noch nicht gemacht worden sind.

Selbstverständlich ist fast alles, was die Ameisen auf ihren Heerstraßen ins Nest schleppen, bereits tot und kann uns keinen Aufschluß mehr darüber geben, ob es von den Arbeitern auch lebend erbeutet und getötet wurde, oder ob es bereits als Leiche oder doch in nicht mehr lebensfähigem Zustand aufgefunden und eingetragen wurde. Weiter ist es von großer Wichtigkeit zu wissen, wieviele der eingetragenen Insekten Schädlinge sind, und ob nicht auch sehr viele nützliche oder doch indifferente Insekten erbeutet werden, eine Frage, die bisher ebenfalls noch nirgends erörtert worden ist. Die Kardinalfragen, deren Beantwortung das Problem

der wirtschaftlichen Bedeutung der roten Waldameisen zu lösen berufen sind, sind daher folgende:

1. Wieviele Insekten sind für eine Kolonie von *F. rufa* zum Lebensunterhalt notwendig und werden im Laufe einer gegebenen Zeit eingetragen?
2. Wieviele der eingetragenen Insekten sind Schädlinge, wieviele indifferent oder nützlich?
3. Werden die eingetragenen Insekten lebend erbeutet, oder sind sie zum großen Teil schon bei der Erbeutung tot oder verletzt?
4. Welchen Schaden verursacht die rote Waldameise?

Die erste dieser Fragen ist bereits wiederholt in Angriff genommen worden. Zur Beantwortung der zweiten ist das Einsammeln der Beutetiere unter Berücksichtigung der Tages- und Jahreszeit sowie der jeweiligen Witterung und nachträgliches Bestimmen erforderlich. Die dritte kann nur durch Beobachtungen im Jagdgebiet der Ameisen sowie durch Experimente gelöst werden. Bei der vierten Frage endlich hat die forstliche Praxis ein gewichtiges Wort mitzureden.

Die vorliegende Arbeit befaßt sich in erster Linie mit Frage 2 und 3. Das mir zur Verfügung stehende Material verdanke ich zum großen Teil der Mitarbeit meines Freundes B. Rock, aus Babenhausen (Hessen), der zu jeder Tages- und Jahreszeit und bei jeder Witterung mit unermüdlichem Eifer nach meinen Angaben gesammelt hat, wofür ich ihm auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank ausspreche. Meine Beobachtungen machte ich zum großen Teil in Babenhausen, sowie in einigen Forstämtern der Oberpfalz und im Hochgebirge der Berchtesgadener Gegend.

2. Die Zahl der eingetragenen Insekten.

Die Beurteilung der Nützlichkeit der roten Waldameise stützte sich seither fast ausschließlich auf Zählungen der eingetragenen Insekten an Ameisenstraßen. Die verschiedenen Autoren sind dabei zu recht verschiedenen Ergebnissen gelangt, die letzten Endes ja auch den Widerstreit der Meinungen bedingt haben. Forel hat in einer alten Arbeit die Zahl der von einem großen Volk von *F. rufa* täglich eingetragenen Insekten auf etwa 100000 berechnet und kommt damit für einen ganzen Sommer auf rund 10 Millionen. Diese Angabe, die in der Literatur weit verbreitet ist, stellt sicherlich nur einen sehr günstigen Ausnahmefall dar, der nicht als Regel für den täglichen Nahrungsbedarf eines normalen Waldameisenvolkes betrachtet werden darf. In seinem neuesten Werk hat er nach Zählungen an einer großen Kolonie von *F. rufa pratensis* die Zahl der erbeuteten Insekten mit 40000 Stück täglich feststellen können. Das ist zwar weniger als die Hälfte der oben angegebenen Zahl, ergibt aber im Laufe eines Sommers immer noch die ungeheure Menge von mehr als 4 Millionen Insekten. Demgegenüber stehen die Berechnungen

Stägers mit nur 1920 eingetragenen Insekten für den Tag in Hochgebirgsgegenden in der Region der Waldgrenze.

Ich erwähnte bereits, daß derartige Berechnungen zwar sehr wichtig sind, aber immer nur bedingten Wert haben können und uns niemals, wie es seither geschehen ist, für sich allein betrachtet über die wirtschaftliche Bedeutung der Ameisen Aufschluß zu geben vermögen. Die Zahl der eingetragenen Insekten ist nämlich in hohem Maße von verschiedenen Faktoren abhängig und zwar selbstverständlich in erster Linie von der Größe der betreffenden Ameisenkolonie und dann vor allem auch von äußeren Einflüssen, unter denen Witterung und Jahreszeit an erster Stelle zu nennen sind.

Die Größe der *Rufa*-Kolonien ist bekanntlich äußerst verschieden und schwankt von wenigen hunderten bis zu vielen hunderttausenden von Individuen. Wenn auch bei den seitherigen Literaturangaben mit der Bezeichnung Volk oder Kolonie wohl stets nur die Bewohner eines einzigen Nestes gemeint sind, so darf doch nicht vergessen werden, daß alte *Rufa*-Völker oft viele Nesthaufen bewohnen, die durch Ameisenstraßen in Verbindung stehen, was mit der eigenartigen Vermehrungsweise der roten Waldameise zusammenhängt. Wasmann berichtet von einer einzigen alten Kolonie, die einen ganzen Bergabhang besiedelte und als „Riesenkolonie" ein Gebiet von über 10000 qm beherrschte. Bezeichnungen, wie großes Volk oder normale Kolonie, sind daher immer subjektiv.

Auch die Größe der Ameisenhaufen kann kein Kriterium für die Größe des ihn bewohnenden Volkes abgeben. So bauen die Ameisen z. B. in leichtem Sandboden in sonniger Lage nur kleine flache Haufen, gehen aber sehr tief in die Erde hinein. Durch die beim Bauen zutage geförderte Erde, die in der nächsten Umgebung des eigentlichen Hügels abgeworfen wird, entsteht um den Nesthaufen herum ein breiter vegetationsloser Sandring, in den man beim Betreten unter Umständen tief in das darunter liegende Nest einbrechen kann. Ein solches Nest zeigt Abb. 1, das auf einer kleinen sonnigen Lichtung in einem alten Fichtenbestand südlich von Babenhausen lag und trotz des kleinen Hügels, der wohl ein kleines Volk vortäuschen konnte, von einer riesigen Kolonie bewohnt war. Diese tiefe Bauweise in leichtem und leicht durchlässigem Boden beruht hauptsächlich darauf, daß die Ameisen ihrem wichtigsten Lebenselement, der Feuchtigkeit, möglichst nachzugehen trachten.

Andererseits bauen die Ameisen auf schwerem Boden und im Innern schattiger Bestände fast ausschließlich oberirdische Nester, und es entstehen dann jene Riesenhügel von spitzer oder stumpfkegelförmiger Gestalt, die in ihrem Innern die Wohnung des gesamten Volkes bergen. Ein solches Nest zeigt Abb. 2, ein riesiger Nesthügel von *F. rufa pratensis* in dem Forstamt Roding (Oberpfalz) in einem Kiefernbestand mit Fichtenunterwuchs. Hier hatten die Ameisen ihr Nest gerade unter einer schattenspendenden Fichtengruppe angelegt; das völlige Fehlen eines Erdringes

zeigt deutlich, daß es rein oberirdisch angelegt ist, die dichte Streudecke wie die üppige Bodenvegetation reichen unmittelbar bis zur Basis des Nestes heran. Wenn man die große Feuchtigkeit schwerer Böden mit guter Streudecke in geschlossenen Beständen sowie die Funktion des Nesthügels als Wärmespeicher in Betracht zieht, so wird man bei der großen Plastizität der Ameiseninstinkte diese verschiedenartige Bauweise ohne weiteres verstehen. Bei der Beurteilung der Einwohnerzahl eines

Abb. 1. Nesthügel von *Formica rufa pratensis* Retz. mit breiter Sandperipherie.

Waldameisennestes ist demnach diesem Umstand genauestens Rechnung zu tragen.

Neben der Größe der Kolonie ist die Jahreszeit für die Sammeltätigkeit der Ameisen von großer Bedeutung. Das Eintragen von Insekten beginnt im zeitigen Frühjahr erst sehr langsam, um dann im Sommer und Hochsommer seinen Höhepunkt zu erreichen. Im Herbst beginnt es langsam wieder abzuflauen, um endlich im Winter während der Winterruhe des Volkes gänzlich aufzuhören. Aus meinen Notizen über die Arbeitstätigkeit der *Rufa*-Völker im Jahreslaufe entnehme ich folgendes:

Ende Februar und Anfang März erscheinen an sonnigen Tagen die ersten Ameisen auf der Nestkuppe, um sich in der Sonne zu wärmen. Ihre Bewegungen sind noch träge und unbeholfen, die winterliche Kälte noch nicht überwunden. In dichten Polstern sieht man sie an gutbesonnten Stellen des Hügels regungslos dasitzen, bis sie durch die abend-

liche Kühle wieder in das Innere ihres Nestes getrieben werden. Brut ist zu dieser Zeit noch nicht vorhanden, auch wird erst später mit der Arbeit begonnen. Am 3. März dieses Jahres fand ich die ersten *Pratensis*-Arbeiter auf einem Nest in der Umgebung Münchens. Sie zeigten sich noch wenig lebhaft, nahmen jedoch bereits die charakteristische Angriffsstellung ein, wenn man ihnen nahe kam und spritzten Ameisensäure nach dem vermeintlichen Gegner. Setzt kalte Witterung ein, so verschwinden die Ameisen wieder in der Tiefe ihrer Nester. Ende März und Anfang April

Abb. 2. Rein oberirdisches Hügelnest von *Formica rufa pratensis* in Roding.

beginnen sie gewöhnlich regelmäßig zu arbeiten, und zwar ist ihre erste Tätigkeit stets der Nestbau, neben dem die Nahrungsbeschaffung ganz in den Hintergrund tritt. Die winterlichen Schäden werden ausgebessert und die Nestkuppel erhöht. Am 11. April 1925 sah ich an einem mittelgroßen Hügelnest am Rande des alten Exerzierplatzes in Babenhausen die Ameisen in vollster Tätigkeit. Alle waren dabei, Nadeln und Holzstückchen zum Nestbau heranzuschleppen. Im Verlauf von 2 Stunden konnte ich nur 2 Insekten sammeln, einen *Acridier*, und eine *Forficulide*, die von den Arbeitern als Nahrung eingetragen wurden. In dieser Zeit beginnen die Königinnen wohl auch mit der Eiablage. Am 18. April des gleichen Jahres fand ich in einem kleinen Hügelnest am Rande eines Teiches zahllose Eier und sehr kleine Larven, aber noch keine ältere Brut vor. Mit dem Heranwachsen der Brut und dem dadurch bedingten erhöhten Nahrungsbedürfnis der Kolonie beginnt jedoch bald die Sammeltätigkeit stärker

einzusetzen, und im Mai kann man an den Ameisenstraßen schon reiche Beute machen. Meine größten Ausbeuten stammen aus den Monaten Mai bis Juli.

Im Mai finden auch die Hochzeitsflüge statt, die sich über den ganzen Sommer hinziehen sollen und wahrscheinlich von überwinterten Geschlechtstieren ausgeführt werden, da die großen Kokons mit weiblichen Puppen erst spät im Jahre erscheinen. Ich war zweimal Zeuge eines Hochzeitsfluges von *F. rufa* und *pratensis*, am 31. Mai 1925 im Hochgebirge bei Berchtesgaden und am 13. Mai 1926 in Ensdorf (Oberpfalz). Die Hochzeitsflüge erfolgen ohne Schwarmbildung, Männchen und Weibchen verlassen einzeln und in großen Abständen das Nest.

Während des ganzen Sommers ist die Tätigkeit sehr rege; die Brut ist in der Entwicklung begriffen, und im Juli sieht man, wie große Mengen von Kokonresten aus den Nestern herausgeschleppt werden, ein Zeichen, daß viele Ameisen ausgeschlüpft sind. Im Hochsommer treten dann auch viele Geschlechtstiere in den Nestern auf, die wahrscheinlich überwintern und im folgenden Jahre zum Hochzeitsflug und zur Gründung neuer Kolonien schreiten. Beim Einsetzen der ersten kühlen Tage nimmt die Tätigkeit rasch ab, und während der Wintermonate verfällt die ganze Kolonie in einen Starrezustand, den Winterschlaf.

Aus dieser kurzen Schilderung des Jahresverlaufs im *Rufa*-Nest geht hervor, daß das Nahrungsbedürfnis der Kolonie mit der Entwicklung der Brut ständig zunimmt und erst relativ spät seinen Höhepunkt erreicht. Die ersten Wochen nach dem Winterschlaf sind vor allem der Bautätigkeit gewidmet, und nur wenige Insekten werden in dieser Zeit eingetragen.

Eine große Rolle bei der Sammeltätigkeit der Ameisen spielt ferner die Witterung. Es ist bekannt, daß die Lebenstätigkeit der Insekten in hohem Maße von der Temperatur abhängig ist, kühle und rauhe Witterung wird also die Sammeltätigkeit der Ameisen ungünstig beeinflussen, während diese bei warmem, vor allem sonnigem Wetter umso lebhafter und angeregter sein wird. Beobachtungen an den Nestern bestätigen dies.

Im folgenden sind die Zählungen an Nestern von *F. rufa pratensis* nach den Aufzeichnungen von B. Rock unter Berücksichtigung der Witterung wie der Tages- und Jahreszeit zusammengestellt. Die eingetragenen Insekten wurden dabei nicht nur gezählt, sondern zur nachfolgenden Bestimmung gesammelt und konserviert. Die Methode der Zählung weicht von der seither üblichen insofern ab, als nicht an einer einzigen Ameisenstraße beobachtet und dann die gefundene Zahl mit der Zahl der vorhandenen Straßen multipliziert wurde, sondern indem beim Rundgehen um die Peripherie des Nestes alle erreichbaren Beutetiere eingesammelt wurden. Diese Methode hat den Nachteil, daß bei starker Sammeltätigkeit eines Ameisenvolkes nur ein geringer Bruchteil der Beutetiere erfaßt werden kann, doch wird dieser Nachteil durch mannigfache Vorteile wieder wettgemacht. Zunächst sind nicht alle Ameisenstraßen, die

Nr. der Beobachtung	Datum	Tageszeit	Wetter	Zahl der gesammelten Insekten	Art des Nestes	Bemerkungen
1.	10. V. 25.	9^{30} vorm.	trübe, bisweilen Regenfälle	17	mittelgroßes, flaches Hügelnest	Die Eintragtätigkeit ist nicht sehr rege.
2.	21. V. 25.	5^{30}—6^{30} nachm.	sonnig, warm	111	mittelgroßes Nest	Am Rand des Nestes liegen zahlreiche Flügeldecken von Maikäfern.
3.	30. V. 25.	7^{00}—8^{00} nachm.	warm	101	dasselbe wie Nr. 2	—
4.	31. V. 25	9^{40} vorm.	dünner Regen	—	dasselbe wie Nr. 2	Eintrag von Insekten gleich Null.
5.	15. VI. 25.	11^{00}—12^{00} nachts	kühl	13	dasselbe wie Nr. 2	Nahrungseintrag gering, Ameisen wenig lebhaft, beobachtet wurde Bautätigkeit und Herausschaffen von Coconresten
6.	21. VI. 25	10^{25}—11^{25} vorm.	feuchtwarm	27	dasselbe wie Nr. 2	—
7.	21. VI. 25.	4^{00}—5^{00} nachm.	feuchtwarm	38	dasselbe wie Nr. 2	—
8.	26. VI. 25.	6^{30}—7^{30} nachm.	feuchtwarm	152	sehr großes Nest (Abb. 3)	—
9.	29. VI. 25.	5^{30}—6^{30} nachm.	warm	176	dasselbe wie Nr. 8	—
10.	1. VII. 25.	6^{50}—7^{50} nachm.	warm	216	dasselbe wie Nr. 8	—
11.	2. VII. 25.	6^{15}—7^{15} nachm.	warm	201	dasselbe wie Nr. 8	—
12.	2. VII. 25.	7^{20}—8^{20} nachm.	warm	176	dasselbe wie Nr 8	—
13.	2. VII. 25.	8^{20}—8^{35} nachm.	warm	34	dasselbe wie Nr. 8	—

von einem Nest ausgehen, gleich stark und gleich gut begangen, so daß die gebräuchliche Methode des Multiplizierens schon aus diesem Grunde zu Trugschlüssen führen kann. Dann führen die verschiedenen Straßen meist in getrennte Jagdgebiete, und es werden auf ihnen daher auch meist verschiedene Insektenarten eingetragen, so daß die Beobachtung einer einzelnen Straße leicht ein falsches Bild über die Zusammensetzung der Beute während einer gewissen Beobachtungszeit ergeben kann. Gerade dieser Faktor ist aber von großer Wichtigkeit für die Beurteilung der Nützlichkeit der Waldameise und soll im folgenden Kapitel ausführlich erörtert werden. Die in der Tabelle wiedergegebenen Zählungen wurden sämtlich in den Waldungen in der Umgebung von Babenhausen gemacht.

Die Tabelle ist in mehr als einer Beziehung interessant und lehrreich. Zunächst zeigt sie sehr schön den Einfluß des Wetters auf die Sammeltätigkeit. Ein Vergleich von Nr. 4 und 6 möge dies dartun. Beide Male wurde in den Vormittagsstunden an dem gleichen Nest gesammelt. Während bei Regen (Nr. 4) die Eintragetätigkeit gleich Null war, wurde bei warmer Witterung (Nr. 6) eine ganze Anzahl Insekten eingesammelt. Auch die Beobachtung (Nr. 1) kann dies illustrieren. Bei trübem regnerischen Wetter war in den Vormittagsstunden die Eintragetätigkeit sehr schwach, während ich an dem gleichen Nest sogar einige Wochen früher am 18. April bei sonnigem warmem Wetter, eine große Anzahl

von Insekten, die von den Ameisen ins Nest geschleppt wurden, sammeln konnte. Diese Abhängigkeit vom Wetter ist besonders bei vorübergehender kalter und regnerischer Witterung bemerkbar; bei langen Regenperioden wie z. B. in diesem Jahr sind die Ameisen natürlich gezwungen, auch bei ungünstigem Wetter auf Nahrungssuche auszugehen, wenn auch infolge der niedrigen Temperatur das Nahrungsbedürfnis der Kolonien nicht so groß ist wie in normalen warmen Sommern.

Weit interessanter noch als diese ja sehr nahe liegende Tatsache ist die Feststellung, daß in der Tagesarbeit der Ameisen eine ganz ausgesprochene Periodizität herrscht, und daß die Tätigkeit auch des Nachts nicht ganz ruht, wenn sie auch stark herabgesetzt ist (Nr. 5). Wenn man die Beobachtungen Nr. 2—7 miteinander vergleicht und dabei Nr. 4 im Hinblick auf das Wetter außer Acht läßt, so kommt man zu dem Ergebnis, daß die Tätigkeit am Vormittag noch wenig lebhaft ist, daß sie aber in den Nachmittagsstunden zunimmt und am späten Nachmittag und Abend ihren Höhepunkt erreicht, um mit Untergang der Sonne wieder abzuflauen und in der Nacht endlich sehr stark reduziert zu sein. Die letzten Beobachtungen bestätigen dies. Besonders Nr. 11—13, wo am gleichen Tage und an demselben Nest gezählt wurde zeigen sehr deutlich das Absinken der Zahl der eingetragenen Insekten während der Abendstunden. Es läßt sich also sagen, daß auch im Laufe eines Tages eine langsame Zunahme der Sammeltätigkeit stattfindet, die ganz ähnlich dem Jahresverlauf erst relativ spät ihren Höhepunkt erreicht, um in der Nacht stark abzunehmen, ohne jedoch ganz aufzuhören.

Um nun noch auf die Zahl der eingetragenen Insekten zu kommen, wie sie sich aus der Tabelle ergibt, so erwähnte ich schon, daß nur mit größter Vorsicht bei derartigen Berechnungen vorgegangen werden darf, und auch ich möchte bei meinen Angaben vor allem eine Vergleichsbasis für die seitherigen Literaturangaben gewinnen. Besonders gut eignen sich zur Feststellung der Leistungsfähigkeit eines Volkes die Beobachtungen 9—12 meiner Tabelle, die alle bei gleichem Wetter an demselben Nest an verschiedenen Tagen in der Hauptsammeltätigkeit gewonnen wurden. Es handelt sich hier um ein Riesennest, das von einer ungeheuer volkreichen Kolonie bewohnt war, und das ich bereits in einer früheren Arbeit (1925) genauer beschrieben habe. Dieses Nest zeigt Abb. 3. Es lag auf einer kleinen Lichtung in einem alten Fichtenbestand inmitten eines riesigen Waldkomplexes und war von einem breiten Sandring umgeben. Der Umfang des gesamten Nestareals mit dem Sandring betrug 29 m, der Durchmesser demnach 7 $^1/_2$ m, während der eigentliche Nesthügel bei einer Höhe von 1 m einen Basisdurchmesser von 2 m hatte. Es wurden im Laufe einer Stunde während der regsten Sammeltätigkeit der Kolonie durchschnittlich 200 Insekten beim Rundgehen um die Peripherie des Nestes von einem einzigen Beobachter eingesammelt. Wenn man den riesigen Umfang des Nestes in Betracht zieht, so wird man bei vorsichtiger Schätzung annehmen müssen,

daß damit im günstigsten Falle ein Zehntel der tatsächlich eingetragenen Beute erfaßt wurde. Man kommt somit für die Stunde schätzungsweise auf rund 2000 Insekten in der regsten Sammelzeit. Das macht am Tag, wenn man die geringe Sammeltätigkeit in der Nacht und am Vormittag berücksichtigt und im ganzen nur 10 Stunden rechnet 20000 Insekten. Nehmen wir den Sommer mit 100 Arbeitstagen an, wie es Forel und Stäger getan haben, so kommen wir auf etwa 2 Millionen Insekten, die im Laufe eines Sommers von einem großen *Rufa*-Volk vertilgt werden. Diese

Abb. 3. Riesiges Hügelnest von *Formica rufa pratensis* mit breiter Sandperipherie, an dem die Beobachtungen Nr. 8—14 ausgeführt wurden.

Zahl erreicht zwar nicht die Höhe der Forelschen Angaben, kommt ihnen aber erheblich näher als die Stägerschen Zahlen.

Eine einfache Überlegung zeigt weiter, daß die von mir berechnete Zahl kaum zu hoch sein dürfte. Die Stärke eines großen *Rufa*-Volkes wird von allen in Frage kommenden Autoren auf mehrere Hunderttausende angegeben (Escherich, 1917, gibt 4—500000 an), was sicher nicht zu viel ist. Nehmen wir 400000 Ameisen als Mitglieder einer starken Kolonie und rechnen für den Verbrauch jeder einzelnen Ameise im Verlaufe eines Sommers nur ein halbes Dutzend Insekten (selbstverständlich von durchschnittlicher Größe), was bei der großen Lebhaftigkeit dieser Tiere eher zu niedrig als zu hoch gegriffen sein dürfte, so kommen wir für den Gesamtnahrungsverbrauch der Kolonie auf 2400000 Insekten in einem einzigen Sommer, wobei die Brut nicht einmal mit berücksichtigt ist.

Jedenfalls führt uns auch diese Überlegung zu der Annahme, daß von einer großen Waldameisenkolonie in einem Sommer mehrere Millionen Insekten vernichtet werden.

Kurz zusammengefaßt läßt sich demnach sagen, daß die Sammeltätigkeit der Waldameisen, abgesehen von der Größe der betreffenden Kolonie, die nicht immer nach der Größe des Nesthügels beurteilt werden kann, von verschiedenen Faktoren in hohem Maße abhängig ist und zwar neben der Witterung vor allem von der Jahres- und Tageszeit. Mit dem Heranwachsen der Brut nimmt das Nahrungsbedürfnis der Völker zu und erreicht erst relativ spät seinen Höhepunkt. Die Tagestätigkeit ist während der Nachmittags- und Abendstunden am höchsten, dauert aber in vermindertem Maße die ganze Nacht hindurch an. Kaltes und regnerisches Wetter wirkt hemmend auf die Sammeltätigkeit ein. Der durchschnittliche Jahresbedarf einer großen Waldameisenkolonie an Insekten beläuft sich auf mehrere Millionen Stück.

3. Welche Insektenarten werden von der roten Waldameise vertilgt?

Diese Frage kann, wie in der Einleitung schon erwähnt wurde, nur dadurch beantwortet werden, daß man den Ameisen ihre Beute abnimmt und genau bestimmt. Das Ergebnis ist entscheidend für die Beurteilung des Nutzens der Ameisen. Trotzdem hat sich niemand der Aufgabe unterzogen, die eingetragenen Insekten genauer zu prüfen, und so mußte denn auch die Frage offen bleiben, ob sich unter der Beute der Ameisen wirklich ein hoher Prozentsatz von Schadinsekten befindet. Die Beantwortung der oben gestellten Frage läßt aber außerdem noch eine Reihe wichtiger Rückschlüsse von mehr theoretischem Interesse auf die Biologie der roten Waldameise im allgemeinen zu.

Ich stelle zunächst eine Liste der an den Ameisennestern eingesammelten Beutetiere voran, an die sich die Erörterung der Ergebnisse anschließen soll. Dabei sind selbstverständlich nicht nur die Insekten, sondern alles, was als Beute eingetragen wurde, also auch *Myriapoden*, *Arachnoideen*, *Würmer* usw. berücksichtigt. Das Material wurde teils von mir, teils von B. Rock zusammengebracht, die Bestimmung habe ich zum großen Teil selbst ausgeführt, wobei mir Herr Präparator W. Seiff geholfen hat, die Dipteren und deren Entwicklungsstadien wurden von Herrn Dr. E. O. Engel von der Münchner Zoologischen Staatssammlung bestimmt, wofür ich diesem zu großem Dank verpflichtet bin. Zum Verständnis der Listen sei noch vorausgeschickt, daß unter der Rubrik Bemerkungen vor allem der Erhaltungszustand des betreffenden Beutestückes angegeben ist. Die Beutetiere selbst sind in folgender Reihenfolge aufgeführt:

· *Lepidopteren — Dipteren — Hymenopteren — Coleopteren — Rhynchoten — Orthopteren — Niedere Insekten — Arachnoideen — Myriapoden — Sonstiges.*

Die letzte Rubrik soll über die forstliche Bedeutung der betreffenden Arten Auskunft geben. Dabei sind folgende Abürzungen gebraucht:

nützlich = n;
indifferent = i;
schädlich = s;
unbestimmbar = —.

Beobachtung Nr. 1.

10. Mai 1925, Babenhausen.

9^{30} vorm., keine Sammelzeit eingehalten; Wetter trüb, bisweilen Regenfälle; mittelgroßes, flaches Hügelnest; Eintragetätigkeit nicht sehr rege.

Zahl	Name	Bemerkungen	Bedeutung
2	*Lepidopteren*	Raupen, unversehrt	—
1	*Lepidoptere*	Raupe, Kopf und Thorax	—
1	*Lepidoptere*	Raupe, kleines Stück	—
1	*Bibio varipes* Mg. *(Bibionidae, Nematocera)*	♂	s
1	*Melanostoma mellinum* L. *(Syrphidae)*	♀	n
1	*Ichneumonide*	Kopf	n
1	*Melolontha vulgaris* L. *(Melolonth.)*	Kopf	s
1	*Melolontha vulgaris* L. *(Melolonth.)*	Bein	s
1	*Elateride*	Halsschild	s
1	*Coleoptere*	Halsschild	—
1	*Cicade*	kleine Art	i
1	*Forficula* spec. *(Dermaptera)*	Abdomen	i
1	*Aranee*	unversehrt	n
1	*Aranee*	Thorax, ohne Extremitäten	n
2	*Regenwurm*	kleine Stücke von etwa $^1/_2$ cm Länge	n

Zusammen 17 Stück, davon schädlich 4 = 23 %
indifferent 2 = 12 %
nützlich 6 = 35 %
unbestimmbar 5 = 30 %

Beobachtung Nr. 2.

21. Mai 1925, Babenhausen.

5^{30}—6^{30} nachm., Wetter sonnig, warm; mittelgroßes Hügelnest in Kiefernbestand mit Buchenunterwuchs.

Zahl	Name	Bemerkungen	Bedeutung
1	*Lepidoptere*	noch halb in der Puppe	—
1	*Lepidoptere*	Abdomen	—
1	*Bupalus piniarius* L.	Puppe, am Hinterende verletzt	s
3	*Lepidopteren*	Puppen, alle verletzt, vorn, seitlich oder am Hinterende	—
2	*Lepidopteren*	Puppen, aneinanderhängend, die eine nur zur Hälfte vorhanden	—
1	*Lepidoptere*	Puppe, ganz frisch verpuppt, am Abdomen verletzt	—
4	*Lepidopteren*	Raupen, unverletzt	—
4	*Lepidopteren*	Raupen, Stücke, $^3/_4$—1 cm lang	—
1	*Chrysopilus atratus* Fb. *(Leptidae* bezw. *Rhagionidae)*		i
1	*Pollenia* spec. *(Muscidae)*		i
1	*Mydaea* spec. *(Anthomyidae)*		i
2	*Hilara* spec. *(Empididae)*		i
1	*Asilide*	Kopf und Thorax	n
2	*Dipteren*	Abdomen	—
1	*Diptere*	Tönnchen, leer	—
1	*Leptide*	Larve, lebt in Moos	i
1	*Tipulide*	Larve, lebt in Moos	s
1	*Ichneumonide*	unversehrt	n
1	*Lophyrus pini*	♀, unverletzt	s
2	*Poecilus coerulescens* L. *(Carab.)*	zum Teil beschädigt	i—s
1	*Abax ovalis* Duft. *(Carab.)*	unversehrt	i
1	*Abax ovalis* Duft. *(Carab.)*	Abdomen	i
1	*Pterostichus oblongopunctatus* F. *(Carab.)*	unversehrt	i
1	*Molops austriaca* Ganglb. *(Carab.)*	unversehrt	i
1	*Calathus fuscus* F. *(Carab.)*	unversehrt	s
1	*Calathus mollis* Marsh. *(Carab.)*	unversehrt	s
1	*Carabide*	Abdomen	—
1	*Carabide*	Larve, unversehrt	—
5	*Staphyliniden* (wahrsch. *Ocypus olens* Müll.)	Vorderteile, Kopf und Thorax	n
1	*Cantharis obscura* L. *(Canthar.)*	Vorderteil	s
1	*Melanotus castanipes* Payk. *(Elater.)*	unverletzt	s
1	*Selatosomus impressus* F. *(Elater.)*	unversehrt	s
1	*Selatosomus* spec. *(Elater.)*	unversehrt	s
1	*Athous haemorrhoidalis* F. *(Elater.)*	unversehrt	s
2	*Athous vittatus* F. *(Elater.)*	unversehrt	s
2	*Elateriden*	Abdomen	s
1	*Elateride*	Larve, unversehrt	s
43	*Helops convexus* Küst. *(Tenebr.)*	davon 18 unversehrt, 4 ohne Kopf, 3 verletzt, 3 Flügeldecken, 6 Halsschilde, 9 Abdomina.	i
2	*Lamellicornier*	Köpfe von großen Arten	—
2	*Coleopteren*	Abdomen	—
1	*Pentatomide*	ohne Kopf, Abdomen ausgefressen	i
1	*Neuroptere*	Larve, unversehrt	n
1	*Spinne*	♂, unversehrt	n
1	*Spinne*	Abdomen	n
1	*Diplopode*	unversehrt	i
4	*Regenwurm*	Stücke, von 1—2 cm Länge	n

Zusammen 111 Stück, davon schädlich 15 = 13% nützlich 14 = 13%
indifferent 54 = 48% unbestimmbar 25 = 26%

Beobachtung Nr. 3.

30. Mai 1925, Babenhausen.

7^{00}—8^{00} nachm., Wetter warm; dasselbe Nest wie Nr. 2.

Zahl	Name	Bemerkungen	Bedeutung
1	*Lepidoptere*	stark beschädigt	—
1	*Lepidoptere*	Flügel	—
1	*Lepidoptere*	Abdomen, ausgefressen	—
1	*Lepidoptere*	Thorax	—
1	*Lepidoptere*	Puppe, unverletzt	—
4	*Lepidopteren*	Puppen, sämtlich stark verletzt	—
3	*Psychiden*	Raupen; 2 mit, 1 ohne Sack	i
1	*Lepidoptere*	Raupe, 3.—7. Segment	—
5	*Microlepidopteren*	Raupen, Stücke	—
2	*Leptis vitripennis* Mg. *(Leptidae)*		i
2	*Tipuliden*	Larven	s
1	*Muscide*	Larve	i
1	*Lophyrus frutetorum* F. *(Tenthred.)*		s
5	*Lophyrus pallidus* Kl. *(Tenthred.)*	Larven, 3 stark verletzt	s
1	*Lophyrus* spec. *(Tenthred.)*	Imago, beschädigt	s
1	*Lyda hypothrophica* Htg. *(Tenthred.)*	Imago	s
1	*Hymenopteren* oder *Coleopteren*	Larve	—
1	*Pterostichus oblongopunctatus* F. *(Carab.)*	unversehrt	i
1	*Pterostichus* spec. *(Carab.)*	stark verletzt	i
1	*Carabide*	Larve, unversehrt	—
2	*Staphyliniden*	große Arten, Vorderteile	n
3	*Anatis ocellata* L. *(Coccinell.)*	unversehrt	n
1	*Anatis ocellata* L. *(Coccinell.)*	Abdomen	n
2	*Agriotes aterrimus* L. *(Elater.)*	unversehrt	s
1	*Selatosomus impressus* F. *(Elater.)*	Abdomen	s
2	*Athous subfuscus* Müll. *(Elater.)*	1 Exemplar unversehrt, 1 beschädigt	s
41	*Helops convexus* Küst. *(Tenebr.)*	davon 9 unversehrt, 4 ohne Kopf, 11 Abdomina, 7 Halsschilde, 6 Flügeldecken und 4 Abdomenstücke	i
1	*Geotrupes silvaticus* Panz. *(Scarab.)*	Abdomen	n
1	*Geotrupus* spec. *(Scarab.)*	Kopf	n
2	*Rhizotrogus* spec. *(Melolonth.)*	Köpfe von ♂♂	s
2	*Phyllopertha horticola* L. *(Rutel.)*	stark beschädigt	s
1	*Phyllopertha horticola* L. *(Rutel.)*	Abdomen	s
1	*Lamellicornier* (wahrscheinl. *Melolontha* sp.)	Engerling, unversehrt	s
2	*Pentatomiden*	beschädigt	i
2	*Forficuliden*	eine ohne Kopf	i
1	*Spinne*	Eikokon mit Eiern	n
1	*Diplopode*		i

Zusammen 101 Stück, davon schädlich 21 = 21%
indifferent 54 = 53%
nützlich 9 = 9%
unbestimmbar 17 = 17%

Bei Beobachtung Nr. 4 wurden keine Insekten eingetragen. (Siehe S. 306.)

Beobachtung Nr. 5.

15. Juni 1925, Babenhausen.
11^{00}—12^{00} nachts; Wetter kühl; dasselbe Nest wie Nr. 2.

Zahl	Name	Bemerkungen	Bedeutung
1	*Geometride*	Raupe	s
1	*Pollenia* spec. *(Muscidae)*		i
1	*Mydaea* spec. *(Anthomyidae)*		i
1	*Lyda clypeata* Kl. *(Tenthred.)*	Larve, unverletzt	s
1	*Ichneumonide*	unverletzt	n
4	*Helops convexus* Küst. *(Tenebr.)*	alle verletzt, 1 ohne Kopf, 1 Halsschild	i
1	*Geotrupes* spec. *(Scarab.)*	Flügeldecke	n
3	*Pentatomiden*	alle verletzt, z. T. ausgefressen	i

Zusammen 13 Stück, davon schädlich 2 = 15%
indifferent 9 = 70%
nützlich 2 = 15%

Beobachtung Nr. 6.

21. Juni 1926, Babenhausen.
10^{25}—11^{25} vorm., Wetter feuchtwarm; dasselbe Nest wie Nr. 2.

Zahl	Name	Bemerkungen	Bedeutung
1	*Muscide*	Thorax, ohne Extremitäten	i
1	*Diptere*	Thorax	—
2	*Lyda clypeata* Kl. *(Tenthred.)*	Larven, unversehrt	s
2	*Lophyrus frutetorum* F. *(Tenthred.)*	Larven, unversehrt	s
1	*Carabus violaceus* L. *(Carab.)*	♀, Abdomen unter den Elytren angefressen	n
1	*Agriotes aterrimus* L. *(Elater)*	unverletzt	s
7	*Helops convexus* Küst. *(Tenebr.)*	davon 2 unverletzt, 1 ohne Kopf, 1 Abdomen, 3 Elytren	i
1	*Geotrupes silvaticus* Panz. *(Scarab.)*	unverletzt	n
2	*Coleopteren*	Abdomen	—
8	*Pentatomiden*	Alle verletzt, zum großen Teil ausgehöhlt	i
1	*Diplopode*	unversehrt	i

Zusammen 27 Stück, davon schädlich 5 = 18%
indifferent 17 = 63%
nützlich 2 = 7%
unbestimmbar 3 = 12%

Beobachtung Nr. 7.

21. Juni 1926, Babenhausen.

4⁰⁰—5⁰⁰ nachm., Wetter feuchtwarm; dasselbe Nest wie Nr. 2.

Zahl	Name	Bemerkungen	Bedeutung
1	*Lepidoptere*	Puppe, frisch verpuppt, noch weich, unverletzt	—
1	*Lepidoptere*	Puppe, ohne Hinterende	—
1	*Lepidoptere*	Raupe, unversehrt	—
1	*Lepidoptere*	Raupe, stark verletzt	—
1	*Microlepidoptere*	Raupe, unversehrt	—
1	*Dioctria* spec. *(Asilidae)*		n
1	*Mydaea* spec. *(Anthomyidae)*		i
1	*Syrphide*	Abdomen	n
1	*Tipula* spec. *(Tipulidae)*	♀. Abdomen, prall gefüllt mit Eiern	s
1	*Asilide*	Puppe	n
1	*Diptere*	Thorax ohne Extremitäten	—
1	*Lophyrus frutetorum* F. *(Tenthred.)*	Larve, unverletzt	s
1	*Lophyrus similis* Htg. *(Tenthred.)*	Larve, unverletzt	s
4	*Lophyrus* spec. *(Tenthred.)*	Larven, unverletzt	s
1	*Lyda clypeata* Kl. *(Tenthred.)*	Larve, unverletzt	s
1	*Abax ater* Vill. *(Carab.)*	Abdomen	i
1	*Nebria brevicollis* F. *(Carab.)*	unversehrt	i
1	*Kleincarabide*	indeterm.	i
7	*Helops convexus* Küst. *(Tenebr.)*	davon 6 unversehrt, 1 Abdomen	i
1	*Brachyderes incanus* L. *(Curcul.)*	unversehrt	s
1	*Geotrupes silvaticus* Panz. *(Scarab.)*	unversehrt	n
1	*Geotrupes silvaticus* Panz. *(Scarab.)*	Halsschild	n
7	*Pentatomiden*	fast alle stark verletzt	i

Zusammen 38 Stück, davon schädlich 9 = 24% nützlich 5 = 13%
indifferent 18 = 47% unbestimmbar 6 = 16%

Beobachtung Nr. 8.

26. Juni 1925, Babenhausen.

6³⁰—7³⁰ nachm., Wetter feuchtwarm; Riesennest (siehe S. 307 und Abb. 3) in 80—100jährigem Fichtenbestand.

Zahl	Name	Bemerkungen	Bedeutung
1	*Lepidoptere*	indeterm., da Flügel stark verletzt	—
2	*Lepidopteren*	Puppen, beide verletzt	—
1	*Lithosiide* (Flechtenspinner)	Raupe, unverletzt	n
1	*Geometride*	Raupe, unversehrt	—
1	*Lepidoptere*	Raupe, stark verletzt	—
1	*Tipula* spec. *(Tipulidae)*	Kopf und Thorax	s
1	*Muscide*	Tönnchen, verletzt	—
71	*Lophyrus pallidus* Kl. *(Tenthred.)*	Larven, alle unverletzt bis auf drei	s
56	*Lophyrus frutetorum* F. *(Tenthred.)*	Larven, 1 davon verletzt	s
2	*Lophyrus* spec. *(Tenthred.)*	Larven, unverletzt	s
9	*Lyda clypeata* Kl. *(Tenthred.)*	Larven, unverletzt	s
3	*Helops convexus* Küst. *(Tenebr.)*	1 davon verletzt	i
1	*Coleoptere*	Abdomen, indeterm	—
1	*Pentatomide*	unverletzt	i
1	*Locustide*	Larve, unversehrt	n

Zusammen 152 Stück, davon schädlich 139 = 91% nützlich 2 = 1%
indifferent 4 = 3% unbestimmbar 7 = 5%

Beobachtung Nr. 9.

29. Juni 1925. Babenhausen.

5^{30}—6^{30} nachm.; Wetter warm, dasselbe Nest wie Nr. 8.

Zahl	Name	Bemerkungen	Bedeutung
3	*Lepidopteren*	Imagines, stark beschädigt	—
1	*Lithosiide* (Flechtenspinner)	Raupe, unversehrt	n
1	*Noctuide*	Raupe, unversehrt	—
1	*Lepidoptere*	Raupe, indeterm.	—
2	*Lepidopteren*	Puppen, beide verletzt	—
1	*Neoitamus cothurnatus* Mg. *(Asilidae)*		n
1	*Chrysotoxum festivum* L. *(Syrphidae)*	? Larve	n
1	*Muscide*	Thorax mit Kopf	—
3	*Tipuliden*	Larven	s
1	*Muscide*	halb verpuppte Larve	—
1	*Sargus* spec. (Stratiomyide)	Larve	i
1	*Diptere*	Thorax	—
1	*Formicide*	ohne Kopf	—
2	*Vespa* spec. (Vespidae)	ohne Flügel, sonst unversehrt	s
2	*Bombiden*	ohne Flügel und Extremitäten	i
78	*Lophyrus pallidus* Kl. *(Tenthred.)*	Larven, unversehrt	s
52	*Lophyrus frutetorum* F. *(Tenthred.)*	Larven, unversehrt	s
10	*Lyda clypeata* Kl. *(Tenthred.)*	Larven, unversehrt	s
1	*Anatis ocellata* L. *(Coccinell.)*	unversehrt	n
2	*Coccinelliden*	Larven, unversehrt	n
1	*Diacanthus aeneus* L. *(Elater.)*	unversehrt	s
3	*Helops convexus* Küst. *(Tenebr.)*	davon 2 unversehrt, 1 verletzt	i
3	*Coleopteren*	Flügeldecken	—
1	*Cicade*	unversehrt, kleine Art	i
1	*Lithobius* spec.		i
1	*Diplopode*		i
1	*Regenwurm*	Stück von etwa 3 cm Länge	n

Zusammen 176 Stück, davon schädlich 146 = 83 %
indifferent 9 = 5 %
nützlich 7 = 4 %
unbestimmbar 14 = 8 %

Beobachtung Nr. 10.

1. Juli 1925, Babenhausen.

6^{50}—7^{50} nachm., Wetter warm; dasselbe Nest wie Nr. 8.

Zahl	Name	Bemerkungen	Bedeutung
15	*Lepidopteren*	indet., da alle stark verletzt, besonders die Flügel	—
3	*Lepidopteren*	Puppen, sämtlich verletzt	—
2	*Noctuiden (Pygaera pigra* Hnfn.?)	Raupen, unverletzt	—
4	*Lepidopteren*	Raupen, indet., zum Teil nur Stücke	—
1	*Tabanus* spec. (*Tabanidae*)	ohne Kopf	s
1	*Tipula* spec. (*marmorata*-Gruppe)	Flügel	s
1	*Pegomyia silacea* Mg. (*Anthomyidae*)	♀	i
2	*Sargus* spec. (*Stratiomyidae*)	Larven, versch. Entwicklungsstadien	i
2	*Tropidia* spec. (*Syrphidae*)	Larven	n
2	*Musciden*	Larven	—
1	*Leptide*	Larve	i
110	*Lophyrus pallidus* Kl. (*Tenthred.*)	Larven	s
2	*Lophyrus pini* L. (*Tenthred.*)	Larven	s
2	*Lophyrus* spec. (*Tenthred.*)	Larven	s
28	*Lophyrus frutetorum* F. (*Tenthred.*)	Larven	s
19	*Lyda clypeata* Kl. (*Tenthred.*)	Larven	s
1	*Lyda clypeata* Kl. (*Tenthred.*)	Imago, ♀	s
1	*Abax ater* Vill. (*Carab.*)	unversehrt	i
1	*Pterostichus oblongopunctatus* F. (*Carab.*)	unversehrt	i
2	*Anatis ocellata* L. (*Coccinell.*)	1 davon frisch geschlüpft	n
8	*Coccinelliden*	Larven	n
1	*Selatosomus impressus* F. (*Elater.*)	unversehrt	s
1	*Agriotes aterrimus* L. (*Elater.*)	unversehrt	s
3	*Helops convexus* Küst. (*Tenebr.*)	davon 2 unversehrt, 1 Abdomen	i
1	*Pentatomide*	ohne Kopf und Flügel	i
2	*Regenwurm*	Stücke	n

(fast alle gut erhalten ohne jede Verletzung)

Zusammen 216 Stück, davon schädlich 166 = 77%
indifferent 10 = 5%
nützlich 14 = 6%
unbestimmbar 26 = 12%

Beobachtung Nr. 11.

2. Juli 1925, Babenhausen.

6^{15}—7^{15} nachm., Wetter warm; dasselbe Nest wie Nr. 8.

Zahl	Name	Bemerkungen	Bedeutung
1	*Macrolepidoptere*	stark beschädigt	—
1	*Noctuide* (?)	flügellos, stark beschädigt	—
11	*Microlepidopteren*	stark beschädigt, indet.	—
5	*Lepidopteren*	Puppen, alle mehr od. weniger verletzt	—
1	*Geometride*	Raupe, unversehrt	—
1	*Lithosiide* (?)	Raupe, unversehrt	—
3	*Microlepidopteren*	Raupen, unversehrt	—
5	*Lepidopteren*	Raupen, Stücke	—
1	*Sargus cuprarius* L. *(Stratiomyidae)*		i
1	*Leptis (Rhagio) vitripennis* Mg. *(Leptidae)*		i
2	*Pollenia rudis (Muscidae)*		i
1	*Mydaea* spec. *(Anthomyidae)*	♀	i
1	*Syrphus* spec. *(Syrphidae)*	Larve	n
1	*Tipulide*	Puppe	s
1	*Diptere (Calliphora?)*	Thorax	—
85	*Lophyrus pallidus* Kl. *(Tenthred.)*	Larven } fast ausnahmslos unversehrt	s
24	*Lophyrus frutetorum* F. *(Tenthred.)*	Larven } fast ausnahmslos unversehrt	s
25	*Lyda clypeata* Kl. *(Tenthred.)*	Larven } fast ausnahmslos unversehrt	s
3	*Lyda* spec. *(Tenthred.)*	Imagines, alle ♀♀	s
1	*Cladius viminalis* Pall. *(Tenthred.)*	Larve, unversehrt	s
1	*Ichneumonide*	ohne Kopf und Flügel	n
1	*Chrysidide*		i
1	*Pterostichus oblongopunctatus* L. *(Carab.)*	unversehrt	i
2	*Abax* spec. *(Carab.)*	1 Abdomen u. 1 Halsschild + Kopf	i
5	*Coccinelliden*	Larven, unversehrt	n
2	*Selatosomus impressus* F. *(Elater.)*	unversehrt	s
1	*Diacanthus aeneus* L. *(Elater.)*	unversehrt	s
1	*Diacanthus depressus* Germ. *(Elater.)*	unversehrt	s
4	*Helops convexus* Küst. *(Tenebr.)*	davon 3 unversehrt	i
1	*Brachyderes incanus* L. *(Curcul.)*	unversehrt	s
1	*Geotrupes silvaticus* Panz. *(Scarab.)*	ohne Kopf	n
1	*Cicade*		i
1	*Blattide*		i
1	*Forficula* spec. *(Dermaptera)*	ohne Kopf und Extremitäten	i
1	*Raphidia notata* F. *(Rhaphid.)*	♀ unversehrt	n
1	*Spinne*		n
2	*Regenwurm*	Stücke, von 1 und 3 cm Länge	n

Zusammen 201 Stück, davon schädlich 144 = 72%
indifferent 16 = 8%
nützlich 12 = 6%
unbestimmbar 29 = 14%

Beobachtung Nr 12.
2. Juli 1925, Babenhausen.
7^{20}—8^{20} nachm., Wetter warm, dasselbe Nest wie Nr 8.

Zahl	Name	Bemerkungen	Bedeutung
1	*Sphingide*	Thorax mit Flügelrudimenten	—
7	*Lepidopteren*	indet., da sehr stark beschädigt	—
2	*Lepidopteren*	Puppen, im Begriff auszuschlüpfen, Puppenhülle bereits geplatzt	—
6	*Lithosiiden*	Raupen, unversehrt	n
2	*Noctuiden*	Raupen, unversehrt	—
1	*Calliphora erythrocephala* L. *(Musc.)*		i
2	*Pollenia rudis* Panz. *(Muscinae)*		i
1	*Muscide*	Larve	—
1	*Phaonia pallida* Fb. *(Anthom.)*	♀	i
3	*Mydaea* spec. *(Anthomyidae)*		i
1	*Tabanus* spec. *(Tabanidae)*	Abdomen	s
1	*Eristalis* spec.	Rattenschwanz-Larve	i
1	*Asilide*	Puppe	n
1	*Leptide*	Larve	i
1	*Chrysotoxum* (?) spec. *(Syrphidae)*	Larve	n
1	*Vespa germanica (Vespidae)*	ohne Flügel und Extremitäten	s
12	*Lophyrus frutetorum* F. *(Tenthred.)*	Larven } unversehrt	s
68	*Lophyrus pallidus* Kl. *(Tenthred.)*	Larven } unversehrt	s
19	*Lyda clypeata* Kl. *(Tenthred.)*	Larven } unversehrt	s
8	*Tenthrediniden*	Larven, indet. nur Stücke	s
1	*Bembidion atrocoeruleum* Steph. *(Carab.)*	unversehrt	s
1	*Pterostichus* spec. *(Carabidae)*	nur Abdomen mit Flügeldecken	i
2	*Carabiden*	indet., nur Flügeldecken u. Abdomen	—
3	*Carabiden*	Larven	—
1	*Clerus formicarius* L. *(Cleridae)*		n
1	*Coccinellide*	frisch geschlüpft, ohne Abdomen	n
1	*Coccinellide*	Larve	n
4	*Selatosomus impressus* F. *(Elater.)*	unversehrt	s
1	*Agriotes aterrimus* L. *(Elater.)*	unversehrt	s
1	*Corymbites* spec. *(Elater.)*	Larve	s
1	*Dolopius* spec. *(Elater)*	Larve	s
4	*Helops convexus* Küst. *(Tenebr.)*	davon 2 beschädigt	i
1	*Tetropium castaneum* L. *(Ceramb.)*		s
1	*Pentatomide*		i
2	*Cicaden*		i
1	*Forficulide*	fast unversehrt	i
1	*Spinne*	stark beschädigt	n
6	*Myriapoden (Lithobius forficatus* L. ?)	alle fast unversehrt	i
4	*Regenwurm*	Stücke, 1—3 cm lang	n

Zusammen 176 Stück, davon schädlich 118 = 67 %
indifferent 24 = 14 %
nützlich 16 = 9 %
unbestimmbar 18 = 10 %

Beobachtung Nr. 13.

2. Juli 1925, Babenhausen.

8^{20}—8^{35} nachm., Wetter warm, dasselbe Nest wie Nr. 8.

Zahl	Name	Bemerkungen	Bedeutung
3	*Microlepidopteren*	indet., da stark beschädigt	—
1	*Lepidoptere*	Puppe, ausgehöhlt	—
1	*Lithosiide*	Raupe, unversehrt	n
1	*Tipulide*	Larve	s
2	*Syrphiden*	Larven	n
1	*Lasius niger brunneus* Latr. *(Formicidae)*	gepflügeltes ♀	i
12	*Lophyrus pallidus* Kl. *(Tenthred.)*	Larven, unversehrt	s
1	*Lophyrus frutetorum* F. *(Tenthred.)*	Larve, unversehrt	s
5	*Lyda clypeata* Kl. *(Tenthred.)*	Larven, unversehrt	s
1	*Nebria* spec. *(Carabidae)*	unversehrt	i
1	*Anatis ocellata* L. *(Coccinell.)*	unversehrt	n
2	*Coccinelliden*	Puppen	n
1	*Coleoptere*	Abdomen	—
1	*Coleoptere*	Abdomen mit Flügeldecken	—
1	*Blattide*	Jugendstadium	i

Zusammen 34 Stück, davon schädlich 19 = 56 %
indifferent 3 = 8 %
nützlich 6 = 18 %
unbestimmbar 6 = 18 %

Beobachtung Nr. 14.

12. Juli 1925, Babenhausen.

10^{00} vorm., Wetter sonnig, warm; dasselbe Nest wie Nr. 8.

Zahl	Name	Bemerkungen	Bedeutung
2	*Microlepidopteren*	indet., da stark beschädigt	—
2	*Lepidopteren*	Puppen, angefressen	—
1	*Tabanus*, wahrscheinl. *solstitialis* L. *(Taban.)*		s
2	*Syrphus ribesii* L. *(Syrphidae)*		n
1	*Tachinide*	frisch geschlüpft	n
5	*Cerdistus geniculatus* Mg. *(Asilidae)*	2 ♂♂, 3 ♀♀, frisch geschlüpft	n
1	*Tropidia* spec. *(Syrphidae)*	Puppe, Imago voll entwickelt	n
1	*Leptide*	Larve	i
1	*Tipulide*	Larve	s
1	*Diptere*	Abdomen	—
3	*Lyda clypeata* Kl. *(Tenthred.)*	Larven, unversehrt	s
1	*Ichneumonide*	kleine Art	n
1	*Anatis ocellata* L. *(Coccinell.)*	Abdomen ausgefressen	n
1	*Lampyris splendidula* L. *(Canthar.)*	beschädigt	n
1	*Byrrhus pilula* L. *(Byrrhidae.)*	unversehrt	i
1	*Melanotus niger* F. *(Elater.)*	unversehrt	s
1	*Myriapode (Lithobius?)*	unversehrt	i
1	*Diplopode*		—

Zusammen 27 Stück, davon schädlich 6 = 22 %
indifferent 3 = 12 %
nützlich 12 = 44 %
unbestimmbar 6 = 22 %

Beobachtung Nr. 15.

18. April 1925, Babenhausen.

10^{00} vorm., keine Sammelzeit eingehalten; Wetter sonnig warm; mittelgroßes Hügelnest am Rand einer Kiefernkultur.

Zahl	Name	Bemerkungen	Bedeutung
1	*Dicranura vinula* L.	unversehrt	s
2	*Syrphus ribesii* L. *(Syrphidae)*	frisch geschlüpft, unversehrt	n
1	*Mydaea lucorum* Fall. *(Anthom.)*	unversehrt	i
2	*Sciara (Lycoria)* spec. *(Sciaridae)*		i
1	*Byrrhus pilula* L. *(Byrrhidae)*	1 Elytre abgerissen, verletzt	i
1	*Galeruca* spec. *(Chrysomelidae)*	fast unversehrt	s
1	*Blattide*	kleine Art	i
1	*Poduride*	sehr kleine Art	i
2	*Spinnen*	stark verletzt	n
1	*Spinne*	Cocon mit Eiern	n
2	*Regenwurm*	Stücke 0,5—2 cm lang	n

Zusammen 15 Stück, davon schädlich $2 = 13\%$
indifferent $6 = 40\%$
nützlich $7 = 47\%$
unbestimmbar $— = —$

Errechnet man aus den für die einzelnen Beobachtungen gefundenen Werten die Durchschnittszahlen, so ergibt sich, daß nach 14 Beobachtungen die in Monaten April bis Juli zu verschiedenen Tageszeiten und bei verschiedenem Wetter angestellt wurden, unter den von *F. rufa* eingetragenen Beutetieren 42% Forstschädlinge, 28% indifferente und 16% nützliche Insekten waren. Der Rest von 14% war unbestimmbar; berücksichtigt man aber, daß dieser unbestimmbare Rest sich in erster Linie aus Schmetterlingsraupen rekrutierte, unter denen eigentlich kaum eine nützliche Art, dafür aber um so mehr schädliche und indifferente Formen vorkommen, so würde sich durch eine Analyse der unbestimmbaren Insekten die Zahl der nützlichen wohl kaum beträchtlich vermehren lassen, wohl aber die der schädlichen und indifferenten Arten. Man kann also sagen, daß unter den von den Waldameisen eingetragenen Insekten etwa die Hälfte Forstschädlinge sind, dagegen nur ein Sechstel nützliche Insekten.

Diese Zahlen können sich bei starkem Überwiegen einer Schädlingsart, also z. B. im Vorbereitungsjahr und im Prodromalstadium einer Kalamität noch ganz beträchtlich zugunsten der Schädlinge verändern. Dies zeigen ganz besonders schön die Beobachtungen Nr. 8—13, wo offenbar in den Beständen in der Umgebung des beobachteten Nestes eine starke Vermehrung von Blattwespen eingesetzt hatte. Hier war in einem Falle die Zahl der eingetragenen Blattwespenraupen in einer Stunde auf 138 und damit der Prozentsatz der Schadinsekten auf nicht weniger als 91%

gestiegen. Diese gewaltige Vernichtungsarbeit, die die rote Waldameise in diesem Falle an einem Schädling geleistet hat, übertrifft bei weitem die Tätigkeit aller anderen Raubinsekten und dürfte selbst von Parasiten nicht leicht erreicht werden. Es ist kaum zu bezweifeln, daß die rastlose, nie aufhörende Tätigkeit der Ameisen gerade während der Zeit des intensivsten Insektenlebens durch Dezimierung von Forstschädlingen dort, wo die Waldameise häufig ist und nicht gestört wird, Kalamitäten überhaupt nicht zum Ausbruch kommen läßt. Es ist nach alledem mit vollem Recht zu behaupten, daß die rote Waldameise in Gegenden, wo ihre Kolonien häufig sind, durch ihre prophylaktische Tätigkeit einen der wichtigsten Faktoren zur Verhütung von Insektenkalamitäten darstellt.

Selbstverständlich würde es von großer Unkenntnis zeugen, wenn man annehmen wollte, daß die Waldameisen eine einmal ausgebrochene Kalamität zum Erlöschen bringen könnten. Aber gerade die Verhütung von Gradationen, bei der die Ameisen einen so wesentlichen Faktor darstellen, ist ja für den Forstentomologen ein weit wichtigeres und erstrebenswerteres Ziel als die Bekämpfung der bereits ausgebrochenen Kalamität.

Ich habe im Berchtesgadener Gebiet beim Aufstieg auf den Watzmann in einer Höhe von 15—1600 m ein wahres Eldorado der roten Waldameise gefunden, wo in den herrlichen Nadelholzbeständen ihre riesigen Hügelnester so dicht lagen, daß ihre Jagdgebiete sich gegenseitig berühren mußten, und daß man sich wundern mußte, woher sie alle ihren Nahrungsbedarf decken. Unter den zahllosen Insekten (meine Zeit erlaubte mir leider nicht dieselben zu sammeln), die von den Ameisen in ihre Nester geschleppt wurden, sah ich viele Forstschädlinge. Selbst den großen hartgepanzerten Rüsselkäfern, wie *Hylobius abietis*, und den verschiedenen *Otiorrhynchus*-Arten nützte ihr Schutzpanzer nichts, und sie wurden ebenso, wie große *Cerambyciden* von den Arbeiterheeren in die Nester geschleppt. Nach meinen hier mitgeteilten Erfahrungen ist es kaum zweifelhaft, daß an dem kräftigen und gesunden Aussehen jener Bestände die Waldameise einen ganz wesentlichen Anteil hatte. Hätten wir in der Ebene — des Eindrucks konnte ich mich nicht erwehren — ebenso zahlreiche Ameisenkolonien und wären unsere Wälder von einem gleich dichten Netz von Ameisenstraßen durchzogen, wie dort im Gebirge, so wäre es um die Gesundheit unserer Waldbestände weit besser bestellt. Mehr noch als bisher sollten daher die Ameisennester vor der Habgier gewissenloser Puppensucher geschützt und von jedem Forstmann als kostbares Gut in seinem Revier betrachtet werden.

Wir verstehen nun auch ohne weiteres, warum bei Kalamitäten so häufig die Stämme in der Umgebung von Ameisenkolonien „sich wie grüne Oasen aus der kahlgefressenen Umgebung abhoben", wie es auch von der letzten großen Forleulenkalamität in Norddeutschland berichtet wird. Wenn Wolff und Krauße (1925) angeben, daß auch manchmal in unmittelbarer Nachbarschaft von Ameisenhaufen kahlgefressene Bäume

angetroffen werden, und dies als Beweis gegen die Nützlichkeit der roten Waldameise im allgemeinen geltend machen, so befinden sie sich in einer völligen Verkennung des Problems, wenn sie schreiben: „weshalb bisweilen Stämme und Stammgruppen in der Nähe von Nestern von *Formica rufa* vom Fraß verschont bleiben, das ist ein Problem, zu dessen Lösung erst noch eingehende Beobachtungen nötig sind.“ Die Fragestellung hat hier vielmehr zu lauten: Wie kommt es, daß in diesen Fällen die Bäume von den Ameisen nicht geschützt wurden? (siehe hierzu auch Escherich, 1925).

Nach den mitgeteilten Ergebnissen ist es nur zu begrüßen, wenn neuerdings wieder Versuche zur künstlichen Vermehrung der Waldameisenkolonien gemacht worden sind. Es kann nicht zweifelhaft sein, daß im Falle des Gelingens einer derartigen Ansiedelung ausgiebige praktische Erfolge damit erzielt werden könnten. Escherich (1925) hat diese Frage in seiner schon öfters zitierten Arbeit eingehend erörtert, so daß ich mich mit diesem Hinweis begnügen kann.

Fragt man sich nun, wie es kommt, daß von den Ameisen so viele schädliche und so wenig nützliche Insekten eingetragen werden, so ist die Antwort hierauf nicht schwer. Fast alle Raubinsekten und Parasiten sind gut bewegliche, meist schnell laufende oder fliegende und mit guten Sinnesorganen ausgestattete Tiere, wie es ihr Räuberhandwerk erfordert, und diese können natürlich von den Ameisen nur schwer erbeutet werden. Anders ist es mit den Schadinsekten. Sehen wir von den im Innern pflanzlicher Gewebe lebenden, denen ihre verborgene Lebensweise in den meisten Fällen gegen die Ameisen einen genügenden Schutz gewährt, ab, so sind fast alle freilebenden, wie das große Heer der Schmetterlings- und Blattwespenraupen, schwer bewegliche Tiere und, wenn sie in genügender Zahl vorhanden sind, müssen sie auf dem Speisezettel der Waldameise einen großen Raum einnehmen. Dies wird denn auch durch einen Blick auf die obigen Listen ohne weiteres bestätigt.

Fliegende Insekten werden in der Vollkraft ihres Lebens wohl nur selten die Beute der Ameisen. Trotzdem finden sich unter den eingetragenen Insekten eine große Menge guter Flieger, vor allem Dipteren und Lepidopteren. Diese mögen wohl zum Teil in nicht mehr lebenskräftigem Zustand erbeutet worden sein. Betrachtet man sie jedoch genauer, so fällt der hohe Prozentsatz frisch geschlüpfter Tiere unter ihnen auf. Diese wurden von den Ameisen überwältigt, als sie frisch aus der Puppe gekommen waren und ihre Flügel noch nicht ausgestreckt und getrocknet hatten. Ich habe häufig beobachtet, wie frisch geschlüpfte und daher wehrlose Insekten von den Ameisen angegriffen wurden. Bei dem Falterflug während der Spannerkalamität in der Oberpfalz sah ich in Roding, wie an einem riesigen Waldameisenhaufen auf einer breiten, verkehrsreichen Ameisenstraße Dutzende von Faltern eingetragen wurden. Häufig trug eine Ameise ganz allein einen Falter, dessen Flügel wie eine hocherhobene Standarte über dem Ameisenzug schwebten. Die Unter-

suchung derartiger Falter zeigte, daß viele von ihnen Weibchen waren, die durch ihren eierbeschwerten Hinterleib an und für sich schon schwerfällig sind, daß aber auch ein großer Teil frisch geschlüpft und bei der Erbeutung vermutlich noch flugunfähig war. Am 18. April 1925 sah ich, wie eine frisch geschlüpfte *Syrphide* von den Ameisen überwältigt und ins Nest geschleppt wurde, nachdem sie durch Bespritzen mit Säure getötet worden war. Schon Forel (1874) hatte beobachtet, wie *Formica rufa* und *pratensis* im Frühjahr Maikäfern auflauerte und sie tötete, sobald sie sich anschickten aus dem Boden zu kommen (cit. nach Stitz, 1918).

Sehr interessant ist es, daß Schmetterlingspuppen wie auch Dipteren-Tönnchen von den Ameisen offenbar gar nicht als lebende Wesen erkannt werden, worauf ich schon früher (Eidmann, 1926) hingewiesen habe. Dies mag mit der relativ großen Unbeweglichkeit dieser Stadien zusammenhängen. Unter den von den Ameisen eingetragenen Schmetterlingspuppen und Dipteren-Tönnchen befand sich nicht ein einziges, das unverletzt war. Wahrscheinlich sind erst freiliegende Gewebe oder austretende Körpersäfte der Puppe für die Ameisen das Zeichen, daß sie eine eßbare Beute gefunden haben. So werden mit großer Wahrscheinlichkeit von den Waldameisen nur verletzte und nicht mehr lebensfähige Puppen der genannten Insekten eingetragen. Wenn dies auch einerseits unbestreitbar ein Nachteil ist, so darf doch auch nicht vergessen werden, daß dadurch den Schlupfwespen, die in der Puppe des Wirtsfalters ihre Entwicklung durchmachen, wie den Tachinen ein ausgezeichneter Schutz gewährleistet wird, und daß außerdem viele forstschädliche Falter als Puppe überwintern, also im Puppenstadium ohnehin von den Ameisen nichts zu befürchten hätten.

Jucht (1925) hat in einer Arbeit über den Kiefernspanner zu dieser Frage sehr interessante Beobachtungen und Versuche gemacht. Er schreibt darüber: „In vielen der Puppenvertilgung halber aufgeschütteten Streuhaufen siedelten sich verschiedene Ameisenarten an. Alle Spannerpuppen, selbst die in der Mitte der Ameisensiedelungen gelegenen blieben unbeschädigt. Hie und da zeigte eine Puppe schwache Spuren einer Benagung, die jedoch auch anderer Ursache sein konnte."

„Am 30. Juni 1913 wurde eine durchlöcherte Schachtel mit 300 Puppen unter kleine, rote Ameisen (wahrscheinlich *Myrmica rubra* L., d. Verf.) gebracht. Diese krochen in der Schachtel ein und aus, ließen die Puppen aber unberührt."

„Eine andere Schachtel mit 300 Puppen stellte man in eine Siedelung der großen Waldameise, *Formica rufa*. Die Ameisen schleppten die Puppen aus der Schachtel in die Mitte ihres Hügels, ließen sie aber unversehrt. Dagegen sah man, wie *Rufa*-Ameisen über frisch ausgeschlüpfte Spannerfalter herfielen und deren Weichteile aufzehrten. In den Streuhaufen wurden zahlreiche Falter mit Beschädigungen dieser Art gefunden." Diese Angaben werden durch meine Beobachtungen aufs beste bestätigt.

Die Art der eingetragenen Insekten gestattet auch interessante Rückschlüsse auf die Lokalitäten, an denen die Ameisen ihre Jagd ausüben. Sie suchen ihre Beute in gleicher Weise am Boden wie auf Bäumen, ja selbst die Bodendecke scheinen sie zu durchsuchen, wie die eingetragenen, im Moos lebenden *Dipteren*-Larven, *Tipuliden*, *Leptiden* usw. zeigen. Sogar eine Rattenschwanzlarve der Schlammfliege wurde erbeutet, also eine nur an besonders feuchten Plätzen meist sogar direkt im Schlamm oder Wasser vorkommende Art. Auch die Kotsack bewohnenden Blattwespenraupen sind vor den Ameisen nicht sicher, wie die zahlreichen *Lyda clypeata*-Larven beweisen.

Die Jagdgebiete der verschiedenen Ameisenkolonien sind streng getrennt. Das beweist die Tatsache, daß fast nie fremde Ameisen als Beute eingetragen werden. Nur einmal am 2. Juli wurde ein geflügeltes Weibchen von *Lasius niger brunneus* Latr. erbeutet. Dieses Tier hatte wahrscheinlich den Hochzeitsflug gerade hinter sich und fiel unglücklicherweise im Jagdgebiet einer *Rufa*-Kolonie nieder, wo es eine leichte Beute der Ameisen wurde.

Die Ausdehnung der *Rufa*-Jagdgebiete ist sehr groß und richtet sich nach dem Nahrungsbedarf der Kolonie einerseits, nach der Menge der in der Umgebung vorhandenen Beute andererseits. Ich habe in Roding eine breite, reichbevölkerte Ameisenstraße, von dem auf Abb. 2 dargestellten Nest ausgehend, etwa 150 m weit über einen breiten Waldweg hinweg, verfolgen können und habe in Babenhausen eine Straße von etwa 100 m Länge gesehen, ohne jedoch mit Sicherheit sagen zu können, daß in beiden Fällen damit das Ende der Straße schon erreicht war. Nehmen wir als äußersten Radius des bejagten Gebietes 150 m, so erhalten wir ein Gelände von rund 70000 qm, also 7 ha, das von einer großen Kolonie bejagt werden kann. Dieses Gebiet wird natürlich bei einer Kalamität, wo reichliche Nahrung in nächster Nähe des Nestes vorhanden ist, erheblich zusammenschrumpfen, und so kommt es, daß man meist nur wenige Bäume bei Kahlfraß in der Umgebung der Kolonien verschont sind. Diese Beobachtung, die sich auf einen außergewöhnlichen Zustand bezieht, kann natürlich keinen Rückschluß auf die normale Ausdehung der Jagdgebiete und auf die in erste Linie prophylaktisch wirkende allgemeine Bedeutung der Ameisen zulassen.

Die Geschwindigkeit einer unbeladenen Waldameisen-Arbeiterin beträgt auf einer Ameisenstraße, wenn keine allzugroßen Terrainschwierigkeiten vorhanden sind, im Durchschnitt $^3/_4$ bis 1 m in der Minute Die Größe der Beute beeinträchtigt natürlich die Geschwindigkeit mehr oder weniger stark. Eine einzelne Ameise braucht also zu einem Ausflug in ein entferntes Jagdgebiet mehrere Stunden.

Überblickt man die Ergebnisse dieses Kapitals, so läßt sich kurz sagen, daß die rote Waldameise da, wie sie häufig vorkommt, das wichtigste Raubinsekt unserer Wälder darstellt, daß die ihr zum Opfer fallenden

Beutetiere sich zum weitaus größten Teil aus Schädlingen und nur in geringem Maße aus nützlichen Insekten zusammensetzen. Schmetterlingspuppen wie Dipterentönnchen werden nicht als Lebewesen erkannt und daher nur in bereits verletztem Zustand erbeutet. Fliegende Insekten werden vor allem in frisch geschlüpfem Zustand eine Beute der Ameisen. Die Größe des Jagdgebietes einer *Rufa*-Kolonie kann sehr beträchtlich sein und richtet sich nach der Menge der in der Umgebung vorhandenen Nahrung.

4. Die Erbeutung der Nahrungstiere.

Mit Recht wird von allen Autoren betont, daß es für die Beurteilung der Frage nach der Nützlichkeit der roten Waldameise von größter Wichtigkeit ist zu wissen, ob die eingetragenen Insekten auch lebend erbeutet wurden, oder ob sie vor dem Ergiffenwerden bereits tot oder verletzt und lebensschwach waren. Nur im ersten Falle liegt ja ein wirklicher Nutzen vor. Nun ist natürlich fast alles, was auf den Heerstraßen der Ameisen entlang geschleppt wird, schon tot, in vielen Fällen sind es sogar nur Bruchstücke von Insekten, Beine, Flügel usw. die isoliert eingetragen werden. Somit läßt sich durch Beobachtung an Ameisenstraßen nicht entscheiden, was die Ameisen an Beutetieren überwältigen können und tatsächlich zur Strecke bringen. Zur Beantwortung dieser Frage ist es notwendig, das Beobachtungsfeld in das eigentliche Jagdgebiet der Ameisen zu verlegen.

Betrachten wir zunächst, wie sich die früheren Autoren zu dieser Frage äußern. Schon Ratzeburg (1844) berichtet von der Überwältigung verschiedener Insekten durch die rote Waldameise. So sah er wie eine kleine schwarze *Leptura* von einer Waldameise angegriffen und getötet wurde. Er schreibt darüber: „Die *Leptura*, von welcher ich dies (die Überwältigung, d. Verf.) vorher erzählte, schien ganz gesund zu sein, da sie sich gegen die ersten Angriffe der Ameise hartnäckig wehrte; als diese aber immer wieder mit gespreizten Oberkiefern auf sie einfuhr, mußte sie sich ergeben und war dann in wenigen Minuten ganz widerstandslos gemacht. Dergleichen Attacken könnte ich noch viele erzählen, sie sind aber da sie im Walde häufig vorkommen, einem jeden Forstmanne bekannt genug.“ Der gleiche Autor beschreibt auch die Überwältigung selbst der stärksten Raupen durch mehrere Ameisen und beobachtete, wie eine *Cantharis* von den Ameisen angegriffen wurde. Auch hier war das Insekt völlig lebenskräftig, denn als er es von seinen Peinigern befreite und in die Hand nahm, bewegte es sich ganz munter und war nur ein wenig matt. Einer anderen Ameisengruppe hingeworfen wurde es jedoch in wenigen Minuten vollständig überwältigt und bald endgültig getötet.

Forel (1874) beobachtete, wie ich schon oben erwähnte, wie *F. rufa* und *pratensis* Maikäfern auflauerte und sie tötete, sobald sie sich anschickten aus dem Boden hervorzukommen. Wie Stitz (1918) berichtet,

wurde die rote Waldameise dabei getroffen wie sie in großer Zahl *Carabus violaceus* angriff, also einen großen und wehrhaften Käfer, der jedoch, als er von seinen Peinigern befreit wurde, eiligst das Weite suchte, folglich kein schon halbtotes Exemplar war. Auch Staeger (1924) hat, obwohl er sich abfällig über den Nutzen der Waldameise äußert, wiederholt die Erbeutung lebensfrischer Insekten gesehen. Er berichtet von der Überwältigung einer *F. fusca*-Königin durch die Waldameisen, von der Erbeutung von Schmetterlingen wie *Silphiden*-Larven.

Diese Angaben, die sich bei genauerem Durchsuchen der einschlägigen Literatur sicherlich noch vermehren ließen, existierten bereits, als Wolff und Krauße (1925) schrieben: „Daß eine Ameise ein lebenskräftiges anderes Insekt erbeutet, ist jedenfalls selten beobachtet worden, die Regel dürfte sein, daß lebenskräftige Insekten, die zufällig in die Nähe von Ameisen geraten, davonlaufen, ohne weiter behelligt zu werden, . . ." Diese Auffassung erscheint um so erstaunlicher, als es gar nicht schwer fällt, in der Nähe von Waldameisen-Kolonien, wenn man es nur darauf absieht, Zeuge der Erbeutung von Insekten durch Ameisen zu sein, wie es auch schon aus Ratzeburgs Worten hervorgeht. Ich selbst habe jedenfalls schon dutzendemal in insektenreichen Gegenden derartige Kämpfe gesehen, und es würde nur zu Wiederholungen führen, wenn ich jeden einzelnen Fall besonders beschreiben wollte. Daher seien nur einige besonders charakteristische herausgegrifffen.

Am 18. April 1925 sah ich in der Nähe einer mittelgroßen *F. pratensis*-Kolonie in Babenhausen einen großen Schmetterling im Grase flattern. Es war eine *Dicranura vinula L.*, also einer unserer größten Falter, dem 3 Ameisen auf dem Rücken saßen, die sich an der Flügelbasis festgebissen hatten. Trotzdem sie von den schwirrenden Flügeln hin- und hergeschleudert wurden, ließen sie nicht einen Moment locker sondern bohrten ihre Kiefern nur noch tiefer ein. Es zeigte sich, daß der Schmetterling, der offenbar vor nicht langer Zeit geschlüpft war, völlig unversehrt war und mit seiner verhängnisvollen Last mühsam zwischen den Grashalmen herumkletterte. Doch konnte er sich nicht vom Boden erheben. Nach einiger Zeit kamen den Ameisen frische Hilfskräfte zu Hilfe und im Verlauf einer Stunde war die riesige Beute überwältigt. Das Hauptangriffsziel waren dabei immer die Flügel als die am stärksten bewegten Organe. Es gelang den Ameisen endlich diese vom Körper abzutrennen und ihr Opfer dadurch völlig wehrlos zu machen. Nun hatten sie leichtes Spiel, die Beute wurde noch lebend zerwirkt, die Beine abgetrennt und einzeln ins Nest getragen, und schließlich auch der Torso in gemeinsamer Arbeit in der Richtung des Nestes davongeschleppt. Der ganze Vorgang spielte sich abseits jeder Ameisenstraße ab, und ich glaube daher, daß durch einen Alarm im Nest von seiten einer Arbeiterin Hilfskräfte herangeholt wurden und daß dadurch die Überwältigung der Beute möglich war.

Ich konnte früher (Eidmann, Das Mitteilungsvermögen der Ameisen, 1924) nachweisen, daß ein Alarm im Ameisennest stattfindet, sobald eine Arbeiterin, die eine Beute gefunden hat, diese nicht allein fortschaffen kann, und daß dadurch sehr bald genügend Hilfskräfte an der Fundstätte zusammenkommen, um in gemeinsamer Arbeit die Beute zu bergen. Ist diese auch dazu zu schwer, so wird der Fund zerteilt und in einzelnen Stücken fortgeschleppt. Durch Alarm im Nest werden auch an einer reichen Nahrungsquelle z. B. an einer Raupenfraßgesellschaft oder dgl. bald genügend Arbeitskräfte versammelt, um diese ergiebig ausbeuten zu können. Damit rückt die nützliche Tätigkeit der Ameisen in ein noch günstigeres Licht, denn eine Ameisenkolonie erhält selbst von entfernten und verborgenen Fraßplätzen, wenn diese erst einmal von einer einzigen Arbeiterin entdeckt worden sind, alsbald Mitteilung und kann nun dort mit vollen Kräften ihr nützliches Vernichtungswerk beginnen.

Jedenfalls zeigt die oben mitgeteilte Beobachtung, daß die Ameisen imstande sind, eine im Vergleich zu ihrer eigenen Körpergröße riesige Beute in lebensfrischem Zustand zu überwältigen.

An dem gleichen Ort machte ich noch weitere Beobachtungen. So sah ich, wie eine Anzahl *Syrphiden*, auch hier wieder meist frisch geschlüpfte Exemplare, von den Ameisen überwältigt wurden. Einmal konnte ich sogar sehen, daß eine völlig unversehrte Schlammfliege, die sich an einer sandigen Stelle sonnte, von einer Ameise in plötzlichem Angriff überrumpelt wurde. Auch hier fiel es mir wieder auf, daß die Flügel das Ziel des ersten Angriffs darstellten; sind diese erst beseitigt, so ist das Opfer zur Flucht unfähig und wird dann meist noch lebend fortgeschleppt. Von dieser Taktik der Ameisen, die am meisten bewegten Teile zuerst anzugreifen, kann man sich auch leicht überzeugen, wenn man ihnen ein lebendes Insekt vorwirft. Bei Käfern sind es fast immer die Beine oder Antennen, die zuerst gepackt werden, und wenn sich die Ameise erst einmal festgebissen hat, läßt sie unter keinen Umständen mehr los, selbst wenn sie von dem sich wehrenden Opfer verletzt oder sogar getötet wird.

Auch die Überwältigung eines Regenwurms konnte ich an dem gleichen Nest beobachten. Ich kam gerade dazu, wie die Ameisen ein Stück des Wurmes bereits abgebissen hatten und in der Richtung des Nestes fortschleppten. Es war ein interessantes Schauspiel, wie mehrere Ameisen sich aus Leibeskräften bemühten, den in der Erde steckenden Rest herauszuziehen, der seinerseits immer wieder vergebens versuchte wie ein elastischer Gummischlauch sich in seine Höhle zurückzuziehen. Aber die unermüdlichen Jäger ließen nicht los und es gelang ihnen endlich, den erschöpften Wurm herauszuziehen und ins Nest zu schleppen.

Abb. 4 zeigt eine Aufnahme aus dem Jagdgebiet einer *Pratensis*-Kolonie. Eine Arbeiterin ist damit beschäftigt, eine große Blattwespenraupe an einem dünnen Zweig entlang zu tragen und ins Nest zu be-

fördern. Nackte Raupen werden von den Ameisen leicht überwältigt und durch Bespritzen mit Ameisensäure getötet. Sie spielen daher auch, wenn sie in großer Zahl vorhanden sind, wie aus den Listen im vorigen Kapitel hervorgeht, eine große Rolle auf dem Speisezettel der Ameisen.

Im Juni dieses Jahres beobachtete ich einen Kampf zwischen einer Ameise und einer großen Blattwespe (*Allantus* spec.). Die Angreiferin war zwar nicht *F. rufa* sondern *Myrmica rubra* L., doch zeigte auch diese Beobachtung an der kleineren und viel weniger lebhaften Art die räuberischen Gewohnheiten der Ameisen im allgemeinen. Ich fand die beiden Gegner, wie die Ameise sich an der Spitze des linken Vorderflügels der völlig unversehrten und lebenskräftigen Wespe festgebissen hatte und von den schwirrenden Flügeln mit rasender Geschwindigkeit auf und nieder geschleudert wurde. Trotz aller Flugversuche konnte sich jedoch die an Körpergröße weit überlegene Wespe nicht vom Boden erheben. Vergebens versuchte sie ihre Gegnerin, die bereits 3 Beine verloren hatte, mit den Mandibeln zu fassen oder durch Putzbewegungen abzustreifen. Trotz ihrer schweren Verletzungen, die auf eine längere Dauer des Kampfes hinwiesen, hielt diese mit größter Zähigkeit fest, und etwa eine halbe Stunde lang beobachtete ich das ungleiche Paar, ohne den Ausgang des Kampfes zu erleben. Doch zweifle ich nicht, daß die Ameise ihre Beute nicht losgelassen hätte bis sie Hilfe von Kameraden erhalten oder ihren immer mehr ermattenden Gegner schließlich allein überwältigt hätte.

Abb. 4. Arbeiterin von *Formica rufa pratensis*, die eine Blattwespenraupe an einem dünnen Ästchen entlang transportiert.

Die angeführten wenigen Beobachtungen zeigen, daß die Ameisen selbst eine starke und überlegene Beute in lebenskräftigem Zustand überwältigen können und dies auch tun. Selbstverständlich nehmen sie auch tote und verletzte Insekten, die sie zufällig auffinden, als Nahrung in ihr Nest mit. Aber die Zahl der in der Umgebung eines Ameisennestes tot niederfallenden Beutetiere ist im allgemeinen bei weitem nicht ausreichend, um den Bedarf einer Kolonie zu decken. Die Waldameisen sind daher auf die Erbeutung lebenskräftiger Insekten zur Bestreitung ihres Lebensunterhaltes direkt angewiesen. Die vielen völlig unversehrten Blattwespenraupen, die nach den Beobachtungen und Zählungen des

vorigen Kapitels eingetragen wurden, und die sämtlich frisch erbeutet worden waren, zeigen dies deutlich genug. Und damit ist auch der Einwand, der gegen die Nützlichkeit der roten Waldameise erhoben wurde, ihre Beute bestände zum größten Teil aus bereits tot oder verletzt aufgefundenen Insekten, hinfällig.

5. Der Schaden der roten Waldameise.

Über den Schaden, der in forstlicher Hinsicht durch die rote Waldameise verursacht wird, kann ich mich kurz fassen, da derselbe so gering ist, daß er praktisch kaum je in Frage kommt und gegenüber dem großen Nutzen überhaupt nicht in die Wagschale fällt. An einen solchen „Schaden" könnte in zweifacher Beziehung gedacht werden: 1. durch Vertilgung nützlicher Insekten, 2. durch Beziehungen zu Pflanzenläusen.

Über die Vertilgung forstlich nützlicher Insekten durch die rote Waldameise wurde schon oben gesprochen und darauf hingewiesen, daß die Zahl der Nützlinge gegenüber den Schädlingen gewaltig in den Hintergrund tritt, und daß dies durch die besonderen Eigenschaften der Nutzinsekten, die sich aus deren räuberischen oder parasitischen Gewohnheiten ergeben, zu erklären ist. Von größerer Bedeutung sind die Beziehungen der Waldameise zu Pflanzenläusen. Wie die meisten unserer heimischen Ameisenarten sind auch die Waldameisen fleißige Besucher von Blattlauskolonien, wenn sich ihnen Gelegenheit dazu bietet. Die zuckerhaltigen Exkremente derselben bilden für sie eine leicht erreichbare und begehrenswerte Nahrung. Die symbiontischen Beziehungen zwischen den beiden Insektenarten sind jedoch relativ schwach entwickelt und beschränken sich darauf, daß die Ameisen ihre „Milchkühe" vor allen möglichen äußeren Feinden, Raubinsekten, Parasiten usw. beschützen und dadurch vielleicht zu einem besseren Gedeihen der Pflanzenlaussiedelungen beitragen können. Es ist bis jetzt nicht bekannt, daß sie, wie viele unserer heimischen *Lasius*-Arten, die Vermehrung der Blattläuse aktiv fördern, indem sie diese oder deren Eier in ihren Nestern überwintern und im Frühjahr an geeignete Wirtspflanzen bringen. Bei den gelben *Lasius*-Arten, *L. flavus* und *umbratus* ist diese interessante Symbiose sogar so weit gediehen, daß die Ameisen in ein weitgehendes Abhängigkeitsverhältnis zu ihren Nahrungsspendern — in diesem Falle Wurzelläusen, die sie in ihren rein unterirdisch minierten Nestern kultivieren — geraten sind, indem ihre einzige Nahrung aus deren Exkrementen besteht. Von alledem kann bei der roten Waldameise nicht im mindesten die Rede sein, und damit ist auch die Förderung von Pflanzenlauskulturen durch *F. rufa* nur eine indirekte und minimale. Es ist vielmehr daran festzuhalten, daß die rote Waldameise im allgemeinen von animalischer Nahrung lebt und nur bei sich bietender günstiger Gelegenheit Blattläuse besucht.

Übrigens sind die *Aphiden*, die von *F. rufa* besucht werden, forstlich nur von ganz untergeordneter Bedeutung. Ich habe sie bis jetzt nur

bei *Lachnus pineti* Koch (det. Dr. C. Börner, Naumburg) auf Kiefer und bei *Lachnus grossus* Kltb. auf Fichte beobachtet. Schon Ratzeburg (1844) schreibt über die Beziehungen der roten Waldameise zu Aphiden: „daß sie die für den Wald wenig bedeutenden Blattläuse in Schutz nehmen, kann kaum in Betracht kommen." Und auch Nüßlin (1913) schreibt über die *Lachnus*-Arten des Nadelholzes: „Eine forstliche Bedeutung kann bis jetzt keiner der hierher gehörigen Arten zugesprochen werden." Also selbst eine Begünstigung jener Rindenläuse durch die Ameisen ist praktisch bedeutungslos.

Auch durch den Nestbau der Waldameisen wird kein Schaden verursacht. Die Bautätigkeit der Ameisen kann sogar eher als nutzbringend bezeichnet werden, da durch sie der Boden aufgelockert und die Humusbildung gefördert wird, letzteres insbesondere durch die Tätigkeit der in den Ameisenhaufen oft in großer Zahl lebenden Larven von *Cetonia floricola* Hbst. (siehe Eidmann, 1925).

Nach alledem läßt sich über den Schaden der roten Waldameise sagen, daß derselbe, wie schon eingangs erwähnt, praktisch gleich Null ist.

6. Zusammenfassung der Ergebnisse.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung seien im Folgenden noch einmal in ihren Hauptpunkten kurz zusammengefaßt:

1. Die Sammeltätigkeit der roten Waldameise ist, abgesehen von der Größe der betreffenden Kolonie, die nicht immer nach der Größe des Nesthügels beurteilt werden kann, von verschiedenen Faktoren abhängig, unter denen die Witterung sowie die Tages- und Jahreszeit die Hauptrolle spielen.
2. Der durchschnittliche Jahresbedarf einer großen Waldameisenkolonie an Nahrungstieren beläuft sich auf mehrere Millionen Insekten.
3. Die als Nahrung gesammelten Insekten bestehen zum weitaus größten Teil aus Schädlingen und nur in geringem Maße aus nützlichen Insekten.
4. Schmetterlingspuppen wie Dipteren-Tönnchen werden von den Ameisen nicht als lebende Wesen erkannt und daher nur in bereits verletztem Zustand erbeutet.
5. Fliegende Insekten werden von den Ameisen vor allem in frischgeschlüpftem Zustand überwältigt.
6. Die Größe des Jagdgebietes einer *Rufa*-Kolonie kann sehr beträchtlich sein (bis zu 7 ha) und richtet sich nach der Menge der in der Umgebung vorhandenen Nahrung.
7. Die meisten der als Beute eingetragenen Insekten werden von den Ameisen nicht tot oder verletzt aufgefunden, sondern in lebenskräftigem Zustand überwältigt. Zahlreiche Beobachtungen haben gezeigt, daß selbst eine starke und überlegene Beute in lebensfrischem Zustand von Ameisen angegriffen und getötet werden kann.

8. Der Schaden der roten Waldameise ist praktisch gleich Null und forstlich völlig bedeutungslos.
9. Die rote Waldameise ist daher, wo sie häufig vorkommt, das wichtigste Raubinsekt unserer Wälder und spielt besonders in der Verhütung von Kalamitäten eine ganz hervorragende Rolle. Ihr nachdrücklicher Schutz ist daher ein dringendes Gebot und sollte mehr noch als bisher durchgeführt werden.

Literatur.

Eidmann, H., Das Mitteilungsvermögen der Ameisen. Die Naturwissenschaften. Bd. 13. 1925.

— — Der Nutzen der Ameisen. Anz. f. Schädlingskunde. Bd. 1. 1925.

— — Zur Kenntnis der Biologie von *Cetonia floricola* Hbst. Zoolog. Anzeiger. Bd. 66. 1925.

— — Die Koloniegründung der einheimischen Ameisen. Zeitschr. f. vergleichende Physiologie. Bd. 3. 1926.

Escherich, K., Die Ameise. 2. Aufl. Braunschweig 1917.

— — Eine Reise ins norddeutsche Eulengebiet. Forstw. Zentralblatt. 1925.

Forel, A., Les Fourmis de la Suisse. 1. Aufl. Genf 1874.

— — Le monde social des fourmis. Genf 1921.

Jucht, Ein Beitrag zur Kiefernspannerfrage. Zeitschr. f. angew. Entomologie. Bd. 11. 1925.

Nüßlin, O., Leitfaden der Forstinsektenkunde. 2. Aufl. Berlin 1913.

Ratzeburg, J. Th. Ch., Die Forstinsekten. III. Teil. Berlin 1844.

Stäger, R., Die Waldameise als Insektenvertilgerin. Zeitschr. f. wiss. Insektenbiologie. Bd. 19. 1924.

Stitz, H., Die Beziehungen der Ameisen zum Menschen und ihre wirtschaftliche Bedeutung. Zeitschr. f. angew. Entomologie. Bd. 4. 1918.

Wasmann, E., Zur Kenntnis der Ameisen und Ameisengäste von Luxemburg. Arch. trimestr. de l'Institut Royal Grand-Ducal, Section des Sciences naturelles. Bd. IV. 1909.

Wheeler, W. M., Ants, their structure, development and behaviour. New York 1910.

Wolff, M., und Krauße, A., Die Krankheiten der Forleule. Breslau 1925.

Zur Fliegen- und Mückenbekämpfung.

Von

W. von Schuckmann.

(Aus dem Protozoen-Laboratorium des Reichsgesundheitsamts.)[1])

1. Versuche mit dem Räuchermittel „Strombolyt II".

In einer Arbeit „Über Mittel zur Fliegenbekämpfung" habe ich (1923) u. a. auch über die Prüfung der Wirksamkeit zweier Räuchermittel berichtet, welche zwar ursprünglich zu anderen Zwecken — Mückenbekämpfung bezw. Desinfektion — empfohlen worden waren, möglicherweise aber auch zur Fliegenbekämpfung geeignet erschienen. Das eine dieser Räuchermittel war ein Gemisch aus spanischem Pfeffer, Insektenpulver, Baldrianwurzel und Kalisalpeter, das ursprünglich als Mückenbekämpfungsmittel empfohlen worden war; es erwies sich bei meinen Versuchen als nicht genügend wirksam, um Fliegen abzutöten oder auch nur zu betäuben. Aber auch die mit dem zweiten Räuchermittel — „Euskol" — angestellten Versuche hatten ebenfalls ein ungünstiges Ergebnis. Da andere Räuchermittel mir bei meinen damaligen Untersuchungen nicht zur Verfügung standen, so konnte ich in meiner oben erwähnten Arbeit ein zur Fliegenbekämpfung geeignetes Räuchermittel nicht empfehlen.

Inzwischen ist nun von der Chemischen Fabrik A. Mittermaier in München ein als „Strombolyt II" bezeichnetes Räuchermittel in den Handel gebracht worden, das als für die Bekämpfung der Fliegenplage in Ställen besonders geeignet geschildert wird. Nach Angaben von Koegel (1924) beruht die abtötende Wirkung, welche „Strombolyt II" auf Fliegen ausübt, auf der bei der Verbrennung des Mittels sich entwickelnden schwefligen Säure, welche bei genügend langer Einwirkung in genügend hoher Konzentration den Tod der Fliegen herbeizuführen vermag.

Die Anwendung schwefliger Säure zur Abtötung von Fliegen ist bereits von Sprandel (1913) empfohlen worden: er schlägt vor, den sogenannten „Hya"-Schwefeldesinfektor nach Prof. Dr. Frhr. v. Walther zur Bekämpfung der Fliegenplage in Pferdeställen zu benutzen. Allerdings sind nach Sprandels Angaben für größere Räume, z. B. Batterie Ställe usw., mehrere derartige Apparate nötig, durch deren Anschaffung — der Apparat kostete 1913 je nach der Größe 12—15 M — das Verfahren nicht unwesentlich verteuert wird.

Für die Verbrennung von „Strombolyt II" ist dagegen ein besonderer Apparat nicht nötig, so daß bei Anwendung dieses

[1]) Bei der Schriftleitung eingegangen Ende Januar 1926.

Mittels Kosten nur durch die Beschaffung des Mittels selbst entstehen. Nach zwei aus dem Pathologischen Institut der Tierärztlichen Hochschule in München stammenden Arbeiten von Koegel (1924) und Haller (1924) sollen mit „Strombolyt II" gute Erfahrungen gemacht worden sein. Es erschien daher wünschenswert, ein auf eigene Versuche sich stützendes Urteil über die Wirksamkeit des Mittels zu gewinnen, um so mehr, als ein zur Fliegenabtötung gut brauchbares Räuchermittel im Reichsgesundheitsamt auf Grund eigener Erfahrungen bisher nicht bekannt war.

„Strombolyt II" wird in Form von grauen Brocken verschiedener Größe von der oben genannten Chemischen Fabrik geliefert; ihre chemische Zusammensetzung ist mir nicht bekannt. Das Mittel läßt sich leicht entzünden und verbrennt mit ruhiger, schwach bläulicher Flamme, wobei sich starke Dämpfe, die in der Hauptsache aus schwefliger Säure bestehen, entwickeln.

Der erste meiner Versuche mit „Strombolyt II" wurde in einem etwa 34 cbm großen Raum angestellt, in welchem durch Aufstellung eines großen, offenen Blech(Müll-)kastens mit frischem, viele Fliegenentwicklungsstadien enthaltendem Stallmist eine größere Fliegenmenge zur Entwicklung gebracht wurde. Etwa 14 Tage nach Aufstellung des Kastens enthielt der Raum schätzungsweise mehrere Hunderte von lebenden Fliegen, und zwar fast ausschließlich die gemeine Stechfliege (*Stomoxys calcitrans* L.). In einem Blecheimer wurden nun 1150 g „Strombolyt II" in dem Versuchsraum aufgestellt und entzündet. Die Fenster des Versuchsraumes waren schon vorher geschlossen und, soweit nötig, mit Watte abgedichtet worden. Nach Entzündung des „Strombolyt II" wurde auch die Tür geschlossen und einige undichte Stellen, an denen Dämpfe aus dem Raum entwichen, verstopft. Durch ein kleines Fenster konnten die Vorgänge im Versuchsraum zunächst noch beobachtet werden: Der Raum füllte sich allmählich immer mehr mit den Dämpfen, durch die die Fliegen aber zunächst anscheinend nicht belästigt wurden. Etwa $^1/_4$ Stunde nach Versuchsbeginn fingen jedoch die Fliegen an, unruhig zu werden und lebhaft hin und her zu fliegen. Etwa $^1/_4$ Stunde später war der Raum so dicht mit den Dämpfen erfüllt, daß nichts mehr in ihm zu erkennen war. 3 Stunden nach Versuchsbeginn wurden die Tür und alle Fenster des Versuchsraumes geöffnet, so daß die Dämpfe rasch abziehen konnten. Es fanden sich in dem Raum nunmehr nur noch unbewegliche Fliegen, die überall auf dem Boden, den Fensterbänken usw. umherlagen. Das „Strombolyt II" war bis auf einen ganz geringen Verbrennungsrückstand verbrannt. Die unbeweglich umherliegenden Fliegen verblieben bis zum nächsten Tage in dem Versuchsraum, der nach gründlicher Durchlüftung wieder geschlossen wurde. Da sich bis zum folgenden Tage keine Fliege wieder erholt hatte — der Raum enthielt nach wie vor nur unbewegliche Fliegen —, so kann mit Sicherheit behauptet werden, daß in dem allerdings verhältnismäßig kleinen Versuchsraum schon durch eine dreistündige Einwirkung der bei der Ver-

brennung von „Strombolyt II“ entstehenden Dämpfe alle im Versuchsraum vorhandenen Fliegen abgetötet worden waren. In den folgenden Tagen füllte sich allerdings der Versuchsraum allmählich wieder mit Fliegen, weil absichtlich der Kasten mit Stallmist, dem die Fliegen entstammten, während des Versuches und noch einige Zeit (etwa 14 Tage) hinterher offen in dem Versuchsraum stehen gelassen wurde und in ihm sich neue Fliegen entwickelten. Die dreistündige Einwirkung der hauptsächlich aus schwefliger Säure bestehenden „Strombolyt II“-Dämpfe hatte also nur die fertig ausgebildeten Fliegen, nicht aber die in der etwa 75 cm hohen Mistmenge im Blechkasten befindlichen Entwicklungsstadien von Fliegen abzutöten vermocht. Auf Menschen übten die Dämpfe außer einer rasch vorübergehenden Reizung der Augenschleimhaut und der Luftwege keinerlei nachteilige Wirkung aus.

Nach diesem Vorversuch wurde dann von mir noch ein zweiter Versuch mit „Strombolyt II“ angestellt, bei dem als Versuchsraum ein etwa 375 cbm großer, mit Rindern, Schafen, Schweinen und Kleintieren, namentlich Meerschweinchen, belegter Stall diente, der am Versuchstage große Mengen der gemeinen Stechfliege (*Stomoxys calcitrans* L.), sowie ziemlich viele gewöhnliche Stubenfliegen (*Musca domestica* L.) enthielt. In dem Mist der Schafboxen fanden sich außerdem zahlreiche Fliegenmaden und -puppen. Nachdem sämtliche Tiere aus dem Stall entfernt worden waren, wurden alle Fenster, sowie eine der beiden Türen des Stalles geschlossen und alle etwa erkennbaren Undichtigkeiten verstopft. Die Krippen wurden völlig entleert, sonstige Futterreste, sowie Trinkwassereimer und die Freßtröge der Schweine aus dem Stall entfernt. Auf der Stallgasse wurden sodann 5 Metallbehälter (Eimer, große Blechbüchsen) aufgestellt und in ihnen insgesamt etwa 13 kg „Strombolyt II“ verteilt. Nach Entzündung des Mittels in allen 5 Behältern wurde die noch offene Stalltür ebenfalls geschlossen und abgedichtet. Während der folgenden 6 Stunden entwichen an Türen und Fenstern des Stalles nur geringe Mengen von schwefliger Säure, und als 6 Stunden nach Versuchsbeginn Türen und Fenster des Stalles geöffnet wurden, war der Stall noch so dicht mit Dämpfen erfüllt, daß zunächst nichts in ihm zu erkennen war. Es dauerte etwa $^3/_4$ Stunden, bis die Gase soweit abgezogen waren, daß man ohne wesentliche Beschwerden in dem Stall atmen konnte. In allen 5 Behältern war das „Strombolyt II“ bis auf ganz geringe Rückstände verbrannt. Alle vor Versuchsbeginn im Stall vorhandenen Fliegen lagen unbeweglich auf dem Boden, den Fensterbänken, den die Boxen voneinander trennenden Wänden usw. umher und erholten sich auch bis zum nächsten Tage nicht, waren also sämtlich durch die „Strombolyt II“-Dämpfe getötet worden. In dem absichtlich während des Versuches in einigen Schafboxen belassenen, festgetretenen Mist waren dagegen alle Maden noch am Leben und normal beweglich; aus einer Probe dieses

Mistes entwickelten sich im Lauf der auf den Versuch folgenden 10 Tage noch Fliegen in ziemlich großer Anzahl. Die aus dem „Strombolyt II" entwickelten Dämpfe hatten also auch bei sechsstündiger Einwirkung die Entwicklungsstadien von Fliegen im Mist nicht abzutöten vermocht. Ob das auf zu geringer Tiefenwirkung der hauptsächlich aus schwefliger Säure bestehenden Dämpfe oder aber, wie Koegel (1924) annimmt, darauf beruht, daß „der im Mist reichlich vorhandene Ammoniak Schwefeldioxyd unwirksam macht", muß dahingestellt bleiben. Nach etwa $1^1/_4$ stündiger gründlicher Durchlüftung konnten die in dem Versuchsstall untergebrachten Tiere wieder an ihre Plätze gebracht werden; nur die Meerschweinchen blieben noch bis zum folgenden Tage in einem anderen Raum. Die beiden Stalltüren wurden 2 Stunden, nachdem die Tiere wieder in dem Versuchsstall untergebracht worden waren, geschlossen, die Fenster dagegen blieben wie stets im Sommer — der Versuch wurde im August angestellt — über Nacht geöffnet. Irgendwelche Schädigungen durch die Räucherung haben sich weder an den im Versuchsstall untergebrachten Tieren, noch an den bei der Räucherung beschäftigten Menschen gezeigt.

Die beiden von mir mit „Strombolyt II" angestellten Versuche ergaben somit, daß „Strombolyt II" zur Abtötung von Fliegen in Stallungen und anderen nicht von Menschen bewohnten Räumen geeignet ist, wie das die in München angestellten Versuche schon gezeigt hatten. Um eine vollständige und dauernde Befreiung eines Stalles von Fliegen zu erzielen, muß aber, wie das auch in der dem Mittel beigegebenen Gebrauchsanweisung angegeben wird, vor der Räucherung mit „Strombolyt II" der in dem zu behandelnden Stalle vorhandene Mist möglichst restlos entfernt werden. Geschieht das, so läßt sich durch Räucherung mit „Strombolyt II" völlige „Fliegenfreiheit" des behandelten Stalles erreichen, deren Dauer dann nur von der Wirksamkeit weiterer Maßnahmen zur Verhinderung einer Neubesiedlung des Stalles mit Fliegen abhängt.

2. Prüfung von Drahtgeweben verschiedener Maschenweite auf ihre Brauchbarkeit als „Fliegengaze".

Das zurzeit in Deutschland in der Regel als „Fliegengaze" verwendete Drahtgewebe Nr. 16 [1]) hat eine Maschenweite von $1^1/_4$ mm, während früher ein Gewebe Nr. 22 [1]) mit nur 1 mm Maschenweite zur Herstellung von Fliegenfenstern usw. benutzt wurde. Dagegen ist, nach dem Reichsgesundheitsamt aus Industriekreisen zugegangenen Mitteilungen, in den Vereinigten Staaten von Nordamerika im Zusammenwirken zwischen Industrie und Hygienebehörden ein Gewebe Nr. 12 [1]) mit $1^3/_4$ mm Maschen-

[1]) Die Nummern der verschiedenen Drahtgewebesorten bezeichnen die Anzahl der Maschen auf den laufenden Rheinischen Zoll (= 26 mm), z. B. Nr. 22 = 22 Maschen (Öffnungen) auf 26 mm.

weite zur Standardnummer erhoben worden, das allen an eine „Fliegengaze" zu stellenden Anforderungen genügen soll. Da ein Gewebe mit weiten Maschen wesentlich billiger herzustellen ist und außerdem mehr Luft durchläßt als ein solches mit engen Maschen, so wäre, falls das weitmaschige Gewebe einen ebenso sicheren Schutz gegen Fliegen, Stechmücken usw. gewähren sollte wie das Gewebe mit engeren Maschen, die Verwendung des ersteren von großem Vorteil. Der Umstand, daß, wie aus Mitteilungen der einschlägigen Industriekreise hervorgeht, der Verbrauch an „Fliegengaze" auf den Kopf der Bevölkerung gerechnet in Deutschland auf höchstens $^1/_{100}$ qm pro Jahr geschätzt werden kann, während er in den Vereinigten Staaten von Nordamerika nach vorsichtiger Schätzung mindestens $^1/_5$ qm pro Jahr betragen dürfte, ist zwar zum Teil auf die vermutlich geringere Häufigkeit und die geringere hygienische Bedeutung der Mücken in Deutschland zurückzuführen — in den Vereinigten Staaten kommen zweifellos verhältnismäßig viel ausgedehntere Malariagebiete in Betracht — zum anderen Teil wohl aber auch darauf, daß in den Vereinigten Staaten ein weitermaschiges und darum billigeres Drahtgewebe Verwendung findet.

Angaben über die Maschenweite, die ein als Fliegenschutz zu verwendendes Drahtgewebe zweckmäßig haben soll, sind mir in der mir bekannten deutschen und ausländischen Literatur nicht begegnet. Dagegen sagt Eysell (1924, S. 231) über die Maschenweite eines zum Schutz gegen Stechmücken (Schnaken) bestimmten Drahtgewebes: „Die Maschenweite des Gewebes beträgt am besten 1 mm. Weitere Maschen ermöglichen kleineren Stechmückenarten ein Durchschlüpfen . . . . ." Und Martini (1923, S. 310) gibt an: „Die Gaze soll in den Tropen gegen *Anopheles* wenigstens 16—18 Fäden auf 1 Zoll haben (66—75 auf 10 cm)."

Auf eine aus Industriekreisen an das Reichsgesundheitsamt gelangte Anregung hin sind nun von mir Versuche darüber angestellt worden, ob das in den Vereinigten Staaten von Nordamerika angeblich allgemein als „Fliegengaze" benutzte Drahtgewebe Nr. 12 mit $1^3/_4$ mm Maschenweite (13 Fäden auf 1 Zoll = 45 Fäden auf 10 cm) in der Tat als ein sicherer Schutz gegen Fliegen und Stechmücken angesehen werden kann.

Zu diesem Zweck wurde das Innere eines aus dem zurzeit in Deutschland allgemein als „Fliegengaze" gebrauchten Drahtgewebe Nr. 16 (Maschenweite $1^1/_4$ mm, 17 Fäden auf 1 Zoll = 64 Fäden auf 10 cm) hergestellten Käfigs durch 2 senkrechte Querwände aus Drahtgewebe Nr. 12 (Maschenweite $1^3/_4$ mm) in 3 Abteilungen geteilt. Alle Undichtigkeiten wurden sorgfältig mittels Watte und Paraffin verschlossen, so daß ein etwaiger Übergang von Fliegen oder Mücken aus einer Abteilung des Käfigs in die benachbarte nur durch die Maschen der Drahtgewebe-Querwände hindurch erfolgen konnte. In jede der 3 Abteilungen konnten durch eine verschließbare Öffnung von außen her Fliegen oder Mücken oder ein sie anlockender Köder eingebracht werden.

Zunächst wurden in die eine der leeren Außenabteilungen des Käfigs 50 gewöhnliche Stubenfliegen (*Musca domestica* L.) eingesetzt, während in der mittleren Abteilung ein Gemisch aus gekochten Kartoffeln und Milch untergebracht wurde, das, wie durch Beobachtungen in einem Stall des Reichsgesundheitsamts festgestellt werden konnte, auf Stubenfliegen stark anlockend wirkte Eine längere Zeit durchgeführte Beobachtung des Käfigs ergab, daß einige Fliegen ab und zu ihren Kopf durch die Maschen der Drahtgewebe-Querwand hindurchsteckten, daß es ihnen aber niemals gelang, weiter durch die Maschen hindurchzuschlüpfen. Auch bis zum nächsten Tage war keiner Fliege der Übergang von der äußeren in die mittlere Abteilung des Käfigs gelungen.

Versuche, die in genau der gleichen Weise mit Querwänden aus Drahtgewebe Nr. 22 (Maschenweite 1 mm) und aus Drahtgewebe Nr. 16 (Maschenweite $1^1/_4$ mm) angestellt wurden, hatten, wie ja auch zu erwarten war, genau das gleiche Ergebnis.

Bei einer Wiederholung des Versuches in dem Käfig mit Querwänden aus Drahtgewebe Nr. 12 (Maschenweite $1^3/_4$ mm) wurden in die beiden äußeren Abteilungen des Käfigs etwa 200 gewöhnliche Stubenfliegen und einige Exemplare der kleinen Stubenfliege (*Fannia canicularis*) eingesetzt, während die mittlere Abteilung den gleichen Köder wie beim ersten Versuch enthielt. Trotzdem in diesem Fall der Versuchskäfig so lange beobachtet wurde, bis alle zum Versuch benutzten Fliegen infolge von Nahrungsmangel eingegangen waren, konnte doch niemals festgestellt werden, daß auch nur eine einzige gewöhnliche oder kleine Stubenfliege durch die Maschen der Querwände hindurch in die den Köder enthaltende Mittelabteilung des Käfigs eingedrungen war.

Das Ergebnis dieser Versuche dürfte wohl den Schluß zulassen, daß das Drahtgewebe Nr. 12 (Maschenweite $1^3/_4$ mm) als ausreichender Schutz nicht nur gegen die gewöhnliche Stubenfliege — und selbstverständlich auch gegen die fast genau gleich große gemeine Stechfliege (*Stomoxys calcitrans* L.) und alle größeren Fliegen, z. B. Schmeißfliegen (*Calliphora erythrocephala* und *C. vomitoria*) —, sondern auch gegen die kleine Stubenfliege und andere ihr an Größe nicht nachstehende Fliegen, z. B. die Latrinenfliege (*Fannia scalaris*), angesehen werden kann. Da die kleine Stubenfliege eine Körperbreite von durchschnittlich 2 bis 2,5 mm hat, so war dieses Ergebnis bei Verwendung eines Drahtgewebes von etwa 1,75 mm Maschenweite von vornherein vorauszusehen.

Bei einem Versuch mit Stechmücken (Schnaken) wurden zunächst in der mittleren Abteilung des durch Drahtgewebe Nr. 12 (Maschenweite $1^3/_4$ mm) in 3 Abteilungen geteilten Käfigs etwa 50 Exemplare der Stechmückengattung *Culex* untergebracht und der Käfig dann im Laboratorium nahe dem Fenster so aufgestellt, daß die eine Außenabteilung

dem Fenster, die andere dem Inneren des Zimmers zugekehrt war. Versuche der Mücken, in eine der beiden Außenabteilungen einzudringen, konnten nicht beobachtet werden. Auch am nächsten Tage befanden sich sämtliche Mücken noch in der mittleren Abteilung.

Bei einem zweiten Versuch wurden in die Mittelabteilung des gleichen Käfigs etwa 300 Mücken eingebracht; in der einen Außenabteilung wurden mehrere Birnen- und Bananenstücke etwa 1—2 cm von der Querwand entfernt hingelegt bezw. aufgehängt — Birnen und Bananen hatten sich in einem Vorversuch als gute Mückenköder erwiesen —, während die andere Außenabteilung leer blieb. Der Käfig wurde dann nahe dem Fenster so aufgestellt, daß die mit dem Köder versehene Außenabteilung dem Fenster zugekehrt war, so daß, da die Mücken sich deutlich positiv phototrop verhielten, die anlockende Wirkung des Köders noch durch die ebenfalls anlockende Wirkung des Lichtes verstärkt wurde. Bei längerer Beobachtung des Käfigs sah ich mehrfach, daß Mücken ihren Kopf und einen kleinen Teil ihres Brustabschnitts durch die Maschen der dem Köder und dem Fenster zugewandten Querwand hindurchsteckten, jedoch jedesmal den Versuch, die Köderstücke zu erreichen, bald wieder aufgaben. Am nächsten Tage (etwa 24 Stunden nach Versuchsbeginn) enthielt jedoch die mit dem Köder versehene Außenabteilung 3 lebende Mücken, während die andere Außenabteilung frei von Mücken war. Im Lauf des zweiten Versuchstages gelang es 3 weiteren Mücken, in die die Birnen- und Bananenstücke enthaltende Außenabteilung einzudringen, so daß diese Abteilung also etwa 48 Stunden nach Versuchsbeginn 6 Mücken, d. h. etwa 2% der zum Versuch benutzten Mücken, enthielt, während die Außenabteilung ohne Köder nach wie vor frei von Mücken war. Das Durchschlüpfen bezw. Sichdurchzwängen einer Mücke durch eine Masche der Querwand konnte, leider, niemals direkt beobachtet werden. Da aber das Vorhandensein von Undichtigkeiten, die den Mücken den Übergang aus einer Abteilung des Käfigs in eine andere erlaubt hätten, mit Sicherheit als ausgeschlossen bezeichnet werden kann, so können die 6 Mücken, die übrigens keineswegs kleiner und vor allem nicht schlanker als die anderen zum Versuch benutzten Mücken waren[1]), nur durch die Maschen der Querwand hindurch Zugang zu der den Köder enthaltenden Außenabteilung gewonnen haben. Da die Körperbreite der bei uns häufigsten, den Gattungen *Culex* und *Anopheles* angehörenden Stechmückenarten durchschnittlich nur etwa 1 mm beträgt, so besteht auch schon rein theoretisch für diese Mücken die Möglichkeit, durch ein Drahtgewebe von $1^3/_4$ mm Maschenweite hindurchzuschlüpfen; daß sie unter Umständen, so

[1]) Da die Versuche im Oktober mit Mücken, die in großer Zahl in einem Keller überwinterten, angestellt wurden, so ist es auch ausgeschlossen, daß unter den Versuchsmücken sich etwa einige befunden haben, die erst kürzlich ausgeschlüpft waren und deshalb eine weichere Cuticula hatten.

z. B. bei starkem Nahrungsbedürfnis, auch tatsächlich von dieser Möglichkeit Gebrauch machen, hat der oben beschriebene Versuch ergeben.

Wenn trotz der theoretisch vorhandenen Möglichkeit eines Durchschlüpfens von Mücken durch ein Drahtgewebe mit Maschen von $1^3/_4$ mm Weite der Prozentsatz der bei meinem Versuch durch das Drahtgewebe Nr. 12 während 48 Stunden tatsächlich durchgeschlüpften Mücken, wie schon erwähnt, nur etwa 2% betrug, trotz starker Anlockung durch Köder also sehr niedrig war, so dürfte das zum Teil wohl darauf zurückzuführen sein, daß den Mücken das Durchschlüpfen durch das Drahtgewebe durch ihre „sperrigen" Beine sehr erschwert ist. Es ist anzunehmen, daß bei Verwendung des Drahtgewebes Nr. 12 (Maschenweite $1^3/_4$ mm) in der Praxis der Prozentsatz der durch die Maschen des Gewebes durchschlüpfenden Mücken wohl kaum größer, eher noch kleiner als bei meinem Versuch sein wird, denn die Mücken werden im Freien, wo sie ja eine weit größere Bewegungsfreiheit haben als in dem Versuchskäfig, sich in der Regel wohl eher anderweit Nahrung oder einen Schlupfwinkel suchen, als daß sie den für sie doch immerhin recht beschwerlichen Weg durch die verhältnismäßig engen Maschen eines Drahtgewebes hindurch wählen. Wenn also auch das Drahtgewebe Nr. 12 (Maschenweite $1^3/_4$ mm) sich im Versuch nicht als völlig sicherer Schutz gegen Stechmücken (Schnaken) erwiesen hat, so dürfte doch wohl die Annahme berechtigt erscheinen, daß es bei seiner Verwendung in der Praxis einen sehr erheblichen, in den meisten Fällen wohl ausreichenden Schutz gegen Stechmücken gewähren würde. Nur da, wo ein Schutz gegen die die Malaria übertragenden und somit die menschliche Gesundheit gefährdenden *Anopheles*-Mücken in Betracht kommt, dürfte vielleicht die Verwendung eines Drahtgewebes mit etwas geringerer Maschenweite, z. B. des Gewebes Nr. 16 (Maschenweite $1^1/_4$ mm) geboten sein.

Literatur.

1. Eysell, A., Die Krankheitsüberträger und Krankheitserreger unter den Arthropoden. In Menses Handbuch der Tropenkrankheiten. 3. Aufl. 1924. Bd. 1. S. 1—469.
2. Haller, L., Praktischer Versuch zur Stallfliegenvertilgung durch „Strombolyt II". Münch. Tierärztl. Wochenschr. 1924. 75. Jahrg. S. 572—574.
3. Koegel, A., Stallfliegenvertilgung mit „Strombolyt II". Ebenda. S. 568—572.
4. Martini, E., Lehrbuch der medizinischen Entomologie. Jena, G. Fischer, 1923.
5. Schuckmann, W. v., Über Mittel zur Fliegenbekämpfung. Zeitschr. f. angew. Entomologie. 1923. Bd. 9. S. 81—104; diese „Arbeiten" Bd. 53. S. 595.
6. Sprandel, Versuche mit dem „Hya"-Schwefeldesinfektor nach Prof. Dr. Freiherr v. Walther, speziell bei der Abtötung von Fliegen in Pferdeställen. Zeitschr. f. Veterinärkunde. 1913. Bd 25. S. 70—71.

Über Teeschädlinge in Niederländisch-Indien und ihre Bekämpfung.

III.

Euphorus helopeltidis Ferrière (Hym. Braconidae) als Larvenparasit der Tee-Capside *Helopeltis antonii* Sign.

Von

Dr. **R. Menzel,** Buitenzorg (Java).

(Mit 18 Abbildungen.)

Der gefährlichste tierische Schädling der Teepflanze auf Java ist die Capside *Helopeltis antonii* Sign.[1]) Die Jugendstadien sowohl wie das erwachsene Insekt stechen die jungen Teeblätter, welche gepflückt werden, an, so daß ganze Ernten verloren gehen können. Der verursachte Schaden ging oft in die Millionen, und so ist es begreiflich, daß nichts unterlassen wurde, um dieser Plage womöglich Meister zu werden.

Neben der direkten Bekämpfung durch Fangen — Insektiziden kommen, weil meist zu teuer und auch für den Teestrauch unzulässig, kaum in Betracht — wurde in den letzten Jahren das Schwergewicht auf die Anwendung von Kulturmethoden verlegt.[2]) Eine biologische Bekämpfung kam bis jetzt gar nicht in Frage, da man trotz mancherlei Anstrengungen keine wirksamen Parasiten von *Helopeltis* finden konnte. Wohl war bekannt, daß in Britisch-Indien hie und da Mermithiden als Parasiten von *Helopeltis* auftraten, auch Roepke[3]) erwähnt sie bei der Kakao-*Helopeltis* in Mittel-Java und in der Tee-*Helopeltis* kommen sie ebenfalls regelmäßig vor.[4]) Für die Praxis ist aber das Auftreten dieser Würmer wohl bedeutungslos, da die Parasitierung durchschnittlich nur 2—3% beträgt, und

[1]) In Britisch-Indien und auf Ceylon sind ebenfalls *Helopeltis*-Arten als Teeschädlinge seit langem schon bekannt, auf Java treten sie ferner als Kakao- und Cinchonaschädlinge auf. Auch in Afrika verursachen sie Schaden z. B. an Kakao.

[2]) Menzel, R., Schädlingsbekämpfung auf Java und Sumatra. Schweizer. Landw. Monatshefte. Mai 1926.

[3]) Roepke, W., Het *Helopeltis*-vraagstuk in het byzonder met betrekking tot Cacao. Meded. Proefstation Midden-Java 1916. Nr. 21.

[4]) Menzel, R., Mermithiden als parasieten van *Helopeltis*. — Steiner, G., Mermithids parasitic in the Tea Bug (*Helopeltis antonii* Sign.). Meded. Proefstation voor Thee. Nr. XCIV. 1925.

ich kann wenigstens für diesen speziellen Fall dem zusammenfassenden Urteil Bodenheimers über den Wert der insektenparasitierenden Würmer für eine biologische Bekämpfung von Schadinsekten nur beistimmen. Entweder ist, wie Bodenheimer[1]) schreibt, „die künstliche Infektion zu schwierig, oder der parasitäre Effekt auf den Organismus des Insektenwirts zu gering, oder die epidemiologischen Ausbreitungsbedingungen sind in der Praxis zu ungünstig".

Andere Parasiten von *Helopeltis* waren wie gesagt trotz spezieller Untersuchungen in Britisch-Indien und auf Java[2]) bis vor einigen Jahren nicht bekannt geworden. Nun scheinen ja Capsiden im allgemeinen nur wenig von echten Parasiten heimgesucht zu werden; Tachinen sind meines Wissens noch nicht nachgewiesen worden und auch Schmarotzerwespen scheinen sehr selten bei Vertretern dieser Wanzenfamilie vorzukommen.[3]) So beschreibt Waterston[4]) eine neue Chalcidide, *Encyrtus cotterelli*, die in den Jugendstadien der in Afrika für Kakao schädlichen Capside *Sahlbergella theobromae* schmarotzt. Über die Biologie dieses Parasiten ist bis jetzt aber nichts näheres bekannt geworden.

In Britisch-Indien wurde ein einziges Mal Meldung gemacht von einem *Helopeltis*-Parasiten, „somewhat related to the Ichneumons"[5]), man hörte jedoch später nichts mehr davon. So war Dammerman wohl einigermaßen berechtigt, in seinem zusammenfassenden Buch über die tierischen Schädlinge des Landbaus in Ost-Indien zu vermerken, daß Parasiten von *Helopeltis* leider noch nicht bekannt seien. (Amsterdam 1919.)

Vor einiger Zeit nun kamen auf der Teeversuchsstation junge Helopeltisexemplare zur Beobachtung, deren Abdomen auffallend dick, aufgedunsen war. Solche „Mikungs", wie der Malaye die Jugendstadien von *Helopeltis* nennt, gingen meist noch im Nymphenstadium ein, und dann fanden sich in den Zuchtgläsern kleine weiße, madenartige Larven, die ohne Zweifel die schon halbtoten Helopeltisexemplare verlassen hatten; weitere Untersuchungen bestätigten die Vermutung, daß es sich um eine Hymenopterenlarve handeln müsse. Ein günstiger Zufall fügte es, daß auf einer Teeplantage in der Nähe von Buitenzorg sehr viele solcher dickbäuchiger „Mikungs" zu finden waren. Nun wurden auch die allerjüngsten Helopeltisstadien, denen man äußerlich nichts ansah, untersucht

---

[1]) Bodenheimer, F. S., Die parasitären Beziehungen zwischen Würmern und Insekten. Centralbl. f. Bakteriol. 2. Abt. Bd. 58. 1923. S. 221.

[2]) Leefmans, S., Bijdrage tot het *Helopeltis*-vraagstuk voor de thee. Meded. Proefstation voor Thee. Nr. 50. 1916.

[3]) Nach Schmiedeknecht sind Braconiden als Parasiten von Rhynchoten nur in deren „untersten Familien" bekannt und laut gütiger brieflicher Mitteilung von Dr. L. O. Howard kennt man auch in Amerika, mit Ausnahme von Eiparasiten, keine Fälle von Hymenopterenparasitismus bei Capsiden.

[4]) Waterston, J., Two new Chalcidoid Parasites. Bull. Ent. Res. London 1922. XIII.

[5]) Andrews, E. A., The Mosquito-Blight of Tea. Quart. Journ. Ind. Tea Assoc. Pt. III. 1920. S. 70.

mit dem Resultat, daß sie sehr oft eine Larve enthielten, die als erstes Stadium der oben erwähnten Hymenopterenlarve anzusehen war.

Nachdem die Larvenentwicklung dieses Parasiten bekannt war, gelang es schließlich auch nach einigen vergeblichen Versuchen die Imago zu züchten. Vorher schon hatte ich zahlreiche Hymenopteren, die in der betreffenden Plantage gefunden wurden, an Dr. Ch. Ferrière (Bern) geschickt, in der Erwartung, daß sich darunter auch der Helopeltisparasit befinden müsse. In Betracht kamen natürlich nur kleinere Arten wie *Apanteles*, die denn auch zahlreich in dem Material anwesend waren. Daneben fanden sich einige wenige Exemplare einer *Euphorus*-Art, die mit der von mir später aus *Helopeltis* gezüchteten Imago übereinstimmten. Es handelte sich um eine neue Art, die von Dr. Ferrière in der Zeitschrift „Treubia" als *Euphorus helopeltidis* n. sp. beschrieben wurde.[1])

Da es sich hier um den ersten Hymenopterenparasiten der berüchtigten Tee-Capside, ferner wohl um den ersten Fall einer Parasitierung von Capsiden durch eine Braconide handelt, und da dieser *Euphorus*-Art eine gewisse praktische Bedeutung nicht abgesprochen werden kann, ist ein näheres Eingehen auf diesen Fall auch an dieser Stelle wohl gerechtfertigt.

Es sei mir gestattet, hier allen denjenigen, die mich während meiner Untersuchungen unterstützten, aufrichtigen Dank abzustatten, in erster Linie den Herren Pflanzern und unter ihnen besonders Herrn van Hooff, auf dessen Plantage Tjibungur (West-Java) zum ersten Male *Euphorus helopeltidis* im Freien gezüchtet wurde. Großen Dank bin ich auch meinem Freunde und Kollegen Herrn Dr. Ch. Ferrière in Bern (Schweiz) für seine so wertvolle stetige Mithilfe (Determination sowie Ratschläge für die Züchtung) schuldig, ebenso auch Herrn Dr. L. O. Howard in Washington, der mit warmem Interesse meine Untersuchungen verfolgte und sie durch verschiedene briefliche Mitteilungen förderte.

Die Übersetzung von russischem Text besorgte mir in liebenswürdiger und verdankenswerter Weise Herr Dr. W. Bobilioff in Buitenzorg.

Meinem verehrten Chef, Herrn Dr. Ch. Bernard, Direktor der Teeversuchsstation in Buitenzorg, gebührt schließlich mein herzlicher Dank für die mannigfaltigen und weitgehenden Erleichterungen, die er mir für diese Untersuchungen gewährte.

Zernez (Engadin), im Mai 1926.

Euphorus helopeltidis als Capsidenparasit.

Bisher waren Vertreter der Subfamilie *Euphorinae* Förster wohl ausschließlich als Käferparasiten (von Coccinelliden, Tenebrioniden, Chryso-

[1]) Ferrière, Ch., Description de deux nouveaux Hyménoptères parasites obtenus par le Dr. R. Menzel de la punaise du thé (*Helopeltis antonii* Sign.). Treubia. Bd. VI. Livr. 3—4. Batavia 1925. — Vgl. auch R. Menzel in: De Thee. Nr. 4. 1924. Nr. 1 u. 2. 1925. (Farbentafel von *Euphorus* und einer parasitierten *Helopeltis*-Nymphe.)

meliden, Curculioniden, Scolytiden) und zwar in der Mehrzahl als Imaginalparasiten bekannt geworden. In der von Speyer[1]) zusammengestellten Tabelle handelt es sich vor allem um *Perilitus*-(*Dinocampus*-)arten aus Europa, Algier, Amerika, Hawai und Australien. Die in Amerika bekannt gewordenen Fälle sind in folgender, von Cushman zusammengestellten und mir durch Dr. L. O. Howard gütigst überlassenen Liste vereinigt, aus welcher zugleich hervorgeht, daß es sich ebenfalls nur um Käferparasiten handelt:

Perilitus gastrophysae Ashm.	aus *Gastrophysa cyanea* Melsh.
Perilitus eleodis Vier.	aus verschiedenen *Eleodes*-Arten
Perilitus epitricis Vier.	aus *Epitrix parvula* *Phyllotreta pusilla* *Phyllotreta vittata*
Cosmophorus pityophthori Rohwer	aus *Pityopthorus*
Cosmophorus hopkinsi Ashm.	aus *Polygraphus rufipennis*
Dinocampus coccinella Schrank syn. *Dinocampus terminatus* (Nees) *Euphorus sculptus* Cresson und *Perilitus americanus* Riley.	aus verschied. Coccinelliden

Aus Europa und Amerika sind einige *Euphorus*-Arten bekannt, über deren Biologie jedoch bis jetzt nichts näheres veröffentlicht zu sein scheint.[2]) *Euphorus helopeltidis* dürfte die erste Art aus dem indo-australischen Gebiet sein, während von Szepligeti zwei Arten aus Afrika beschrieben wurden, *E. xanthostigma* und *nigricarpus*, von denen die letztere mit *E. helopeltidis* nahe verwandt ist (Ferrière l. c.).

Es wäre interessant zu wissen, ob die beiden genannten Arten von Szepligeti in Afrika auch als Capsidenparasiten auftreten; bekanntlich gibt es verschiedene *Helopeltis*-Arten, die dort als Schädlinge z. B. von Kakao vorkommen, ebenso noch andere Capsiden, wie die einleitend erwähnte *Sahlbergella theobromae*, die ja von Chalcididen parasitiert wird. Eine nähere Untersuchung würde sich gewiß lohnen; denn es scheint sich zum mindesten bei *Euphorus helopeltidis* um einen typischen Capsidenparasiten zu handeln, dessen Larven (oder dann diejenigen einer sehr nahe verwandten Art) ich auf Sumatra auch in den Jugendstadien von *Pachypeltis vittiscutis* Bergroth, welche Capside dort ab und zu auf Teeplantagen vorkommt, nachweisen konnte.[3])

[1]) Speyer, W., *Perilitus melanopus* Ruthe (Hym. Braconidae) als Imaginalparasit von *Ceutorrhynchus quadridens* Panz. Zeitschr. f. angew. Entomol. 1925, Bd. XI, Heft 1.

[2]) Nach brieflicher Mitteilung von Dr. Ferrière scheinen europäische *Euphorus*-Arten in den Larven von kleinen phytophagen Käfern zu schmarotzen, über die Biologie aber sei noch wenig bekannt.

[3]) Menzel, R., Het optreden van *Euphorus* in Deli als parasiet van *Pachypeltis*. De Thee 1925, Nr. 1.

Daß *Euphorus* auch in Britisch Indien als *Helopeltis*-Parasit auftreten könnte, scheint mir nicht unmöglich zu sein. Auf Java ist der Parasit sowohl in West-Java in der Teecapside *Helopeltis antonii* als auch in Mittel-Java in der Kakao-*Helopeltis* nachgewiesen worden.

Aufzucht von *Euphorus helopeltidis*.

Wie einleitend bereits erwähnt wurde, fanden sich auf einer Plantage bei Buitenzorg *Helopeltis*-Jugendstadien, vor allem Nymphen, mit auffallend dickem, aufgedunsenem Abdomen, das von oben gesehen bis 1,75 mm breit war, während bei normalen Nymphen die Breite des Abdomens höchstens 1,3 mm beträgt. Diese „wassersüchtigen" Exemplare, wie man sie in Anlehnung an einen von Heymons[1]) beschriebenen Fall bezeichnen könnte, enthielten eine weiße, 3—4 mm lange Larve, nach deren Austritt sie zugrunde gingen.

Da die Aufzucht dieser Larve in den Zuchtgefäßen anfänglich nicht gelingen wollte, wurden Versuche im Freien unternommen. Auf zwei mit einem Tüllhäuschen überdeckten Teesträuchern mitten in der betreffenden Plantage wurden *Helopeltis*-Nymphen gebracht, von denen mit größter Wahrscheinlichkeit angenommen werden konnte, daß sie parasitiert waren. Vorher wurden die Sträucher sorgfältig untersucht und von allen etwa vorhandenen Tieren gesäubert. Bei verschiedenen solcher Versuche auch auf anderen Plantagen zeigte sich, daß die ausgesetzten *Helopeltis*-Exemplare nach einigen Tagen verschwunden d. h. zugrunde gegangen waren, nachdem sie in kaum nennenswerter Weise die frischen jungen Teeblätter angestochen hatten. Hier und da fanden sich wohl einige Imagines, die sich aus nicht parasitierten, normalen *Helopeltis*-Exemplaren entwickelt haben mußten.

In einem Falle, auf der Plantage Tjibungur, fand der betreffende Pflanzer nach drei Wochen in dem Häuschen[2]) einige kleine Schlupfwespen, die sich ohne Zweifel aus den in den Nymphen schmarotzenden Larven entwickelt hatten. Über die Art und Weise dieser Entwicklung und die Identität mit *Euphorus helopeltidis* gaben jedoch erst Laboratoriumsversuche näheren Aufschluß.

Wie sich herausstellte, mußten die aus den *Helopeltis*-Nymphen auskriechenden, verpuppungsreifen Larven Erde zur Verfügung haben, auch war es nötig, die infizierten Nymphen unter möglichst natürlichen Bedingungen, auf frischen jungen Teeblättern zu halten, um ein günstiges Resultat zu erreichen. Wenn die *Euphorus*-Larve ihren Wirt verlassen hat, kriecht sie einige Minuten lebhaft umher, um schließlich zwischen den in den Zuchtgläsern befindlichen Erdpartikelchen ihren Kokon zu

[1]) Vgl. Heymons in Brehms Tierleben, Insektenband, S. 544.

[2]) Menzel, R., Over de in Helopeltis parasiteerende sluipwesp. De Thee, Nr. 4, 1924, Plaat XI, Abb. 2.

spinnen (vgl. Speyer, l. c. S. 136). Ein einziges Mal wurde beobachtet, daß die Larve den Kokon ohne Erde spann. Nach etwa 24 Stunden ist der weiße, 3 mm lange und $1^1/_2$ mm breite Kokon fertig. Er gleicht einigermaßen einen Apanteles-Kokon, auch wird von der nach 16—17 Tagen ausschlüpfenden Imago ein kleines Deckelchen abgesprengt. In der freien Natur sind diese vereinzelt in der Erde verborgenen kleinen Kokons praktisch unauffindbar, selbst in den Zuchtgläsern waren sie oft nur nach längerem Suchen zu entdecken, da sie meist ringsum mit Erdpartikelchen versponnen sind.

Ein ähnliches Verhalten, was die Kokonbildung betrifft, wurde von Kurdiumov und Znamenski[1]) beschrieben von einer mit *Perilitus* und *Euphorus* nahe verwandten, in *Chaetocnema* schmarotzenden Art, deren Larve nach dem Verlassen des Wirtes auf der Erde in Spalten und Rissen („cracks") derselben einen schmutzigweißen Kokon spinnt. Auch die Larve von *Cosmophorus henscheli* Ruschka scheint nach Seitner[2]) auf ähnliche Weise in den Brutgängen ihres Wirtes ein Gespinst zu verfertigen.

Entwicklung und Lebensweise von *Euphorus helopeltidis*.

Bis jetzt gelangten nur Weibchen zur Beobachtung, die sogleich nach dem Ausschlüpfen zur Eiablage schritten (vgl. Speyer, l. c. S. 137). Wenn auch später noch Männchen nachgewiesen werden sollten, so scheint doch eine Fortpflanzung durch Parthenogenese möglich zu sein. Dabei wäre freilich noch festzustellen, welches Geschlecht aus solchen ohne vorhergegangene Begattung abgelegten Eiern entsteht. (Vgl. Seitner und Nötzl, l. c. S. 193.)

Eiablage. Bringt man frisch geschlüpfte *Euphorus*-Weibchen mit verschiedenen Jugendstadien von *Helopeltis* zusammen, so geraten erstere in große Aufregung. Sobald sie in die Nähe einer *Helopeltis* kommen, stutzen sie und betasten wohl auch das Beutetier rasch mit den Fühlern. Aber auch dieses letztere zeigt eine gewisse Erregung und ergreift bei der geringsten Annäherung oder gar Berührung die Flucht. Eine Witterung des Opfers erfolgt ungefähr auf 1—2 cm Entfernung. Die Eiablage selber vollzieht sich blitzschnell, während höchstens 2—4 Sekunden. Die Wespe springt auf das nun wie gelähmt stillstehende Opfer, biegt das Abdomen nach unten und vorne und senkt den etwa 0,35 mm langen Legebohrer in das Abdomen des Wirtstieres; wahrscheinlich wird dieses wie in anderen Fällen zwischen den Abdominalsegmenten oder an den Beinansätzen angestochen (vgl. Speyer, l. c. S. 138); eine sichere Beobachtung war bis

[1]) Kurdiumov, N. V., und Znamenski, A. V. Flea beetles injurious to Cereals. Proc. Poltava Agric. Expt. Station, Nr. 29, 1917.

[2]) Seitner, M., und Nötzl, P., *Pityophthorus Henscheli* Seitner und sein Parasit *Cosmophorus Henscheli* Ruschka. Zeitschr. f. angew. Entomol., Bd. XI, Heft 2, 1925, S. 192.

jetzt infolge der Schnelligkeit des ganzen Vorganges nicht möglich. Auffallend war, daß die allerjüngsten *Helopeltis*-Stadien ausgesucht wurden, während das legebereite Weibchen (es enthält 15—20 Eier) ältere Stadien und solche, die schon parasitiert waren, offensichtlich mied. Es scheint sich hier demnach um eine weitgehende Spezialisierung des Stech- und Legeinstinktes zu handeln, im Gegensatz zu den Angaben von Speyer (l. c.) bei *Perilitus* und Kaufmann[1]) bei *Diospilus*, welch letzterer Autor schreibt, „daß der Wespe, wenn überhaupt, nur in beschränktem Maße die Fähigkeit zukommt, durch Witterung einen schon parasitierten Käfer zu erkennen, und daß der Zufall eine größere Rolle spielt, als man gemeinhin anzunehmen geneigt ist." Freilich müssen meine Beobachtungen nachgeprüft und wiederholt werden, doch ist anzunehmen, daß eine solche Witterung bei den dünnhäutigen *Helopeltis*-Jugendstadien eher möglich ist als bei Käfern. Tatsache ist, daß in ganz seltenen Fällen, unter vielen hunderten, die *Euphorus*-Larve in *Helopeltis*-Imagines beobachtet wurde, wobei also das Ei in ein älteres Stadium als gewöhnlich gelegt worden war, und daß stets nur ein einziges Exemplar des Parasiten in seinem Wirt festgestellt werden konnte.

Abb 1. Eier von *Euphorus helopeltidis:* links aus *Euphorus*, in der Mitte aus *Helopeltis* etwa eine Stunde nach der Eiablage, rechts aus *Helopeltis* etwa 20 Stunden nach der Eiablage. Zeiß, Ok. 2, Obj. C.

Abb. 2. Embryo von *Euphorus helopeltidis*, dem Darm von *Helopeltis* angeschmiegt; Kopf mit Mandibeln sichtbar.

Das *Euphorus*-Ei ist birnförmig, 0,18 mm lang und 0,09 mm breit, ohne Stiel (Abb. 1); es nimmt im Körper des Wirtes an Umfang zu und zwar wohl durch Aufnahme von Nahrung (vgl. Speyer, l. c. S. 141 und Kurdiumov, l. c.). Ehe die Larve ausschlüpft, beträgt sein Durchmesser 0,4—0,5 mm, in diesem Stadium ist beim Embryo schon eine deutliche Lappenbildung sowie die Anlage von Kopf, Rumpf und Schwanz sichtbar (Abb. 2 und 3). Die Embryonalentwicklung dürfte wenige Tage (4—5) beanspruchen.

[1]) Kaufmann, O., Beobachtungen und Versuche zur Frage der Überwinterung und Parasitierung von Ölfruchtschädlingen aus den Gattungen *Meligethes*, *Phyllotreta*, *Psylliodes* und *Ceutorrhynchus* Arb. Biol. Reichsanstalt, Bd. XII, Heft 3, 1923.

1. Larvenstadium. Dieses Stadium ist gekennzeichnet durch einen gelblichbraunen Kopf mit zwei sichelförmigen Mandibeln, einen 12gliedrigen Rumpf und einen mit nach rückwärts gerichteten Dörnchen besetzten Schwanz, der bei jungen Exemplaren $^1/_3$—$^1/_4$, bei älteren $^1/_5$—$^1/_6$ der Gesamtlänge einnimmt. Von den inneren Organen sind deutlich sichtbar Darm, Ganglienkette, die beiden malpighischen Schläuche, welche im 5. Segment (von vorne gezählt) blind endigen, sowie die sogenannte Schwanzblase (Abb. 4). Weniger deutlich wahrnehmbar sind der Herzschlauch und die Anlage der Gonaden, welch letztere auf Abb. 7 angedeutet sind, wie sie ähnlich auch von Gatenby[1]) bei *Microgaster*-Larven beobachtet wurden.

Solche Larven sind von verschiedenen Braconiden bekannt, schon Ratzeburg bildet sie ab und neuerdings wurden sie mehr oder weniger ausführlich beschrieben von Silvestri, Herold, Speyer, Seitner, Oglobin, Kurdiumov u. a.

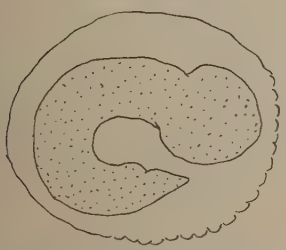

Abb. 3. Embryo von *Euphorus helopeltidis*, Kopf- und Schwanzanlage. Jüngeres Stadium als in Abb. 2.

Abb. 4. Larve von *Euphorus helopeltidis*, 1. Stadium. Darm, Schwanzblase, Malpighisches Gefäß, Ganglienkette. Zeiß, Ok. 1. Obj. AA.

Von den inneren Organen interessiert uns vor allem die Schwanzblase, die bei *Apanteles* von verschiedenen Autoren verschieden gedeutet und als Atmungs-, Exkretions-, Ernährungs- und Bewegungsorgan angesprochen wurde. Speyer (l. c.) erwähnt sie nicht, während Herold[2]) eine ausführliche Beschreibung einer ähnlichen Larve in Aussicht stellt. Seitner (l. c.) spricht von „einem pfropfenartigen, etwas vorstehenden, rundlichen mit dem Darmende in Kommunikation stehendem Gebilde mit der wahrscheinlichen Bestimmung als Exkretionsorgan"; es dürfte sich hier um nichts anderes als die Schwanzblase handeln, die bei lebenden Exemplaren deutlich wahrnehmbar ist.

Im Gegensatz nun zu *Apanteles* ist diese Schwanzblase in normalem Zustande nie ausgestülpt sondern stets im Innern des Schwanzsegmentes gelegen (Abb. 5). Herold (l. c. S. 315) spricht von einer blasenartigen Vorstülpung des Enddarms und beobachtete ein Einziehen dieser Ausstülpung bei der Konservierung. Eine nähere Beschreibung dieser Vor-

[1]) Gatenby, J. B., Notes on the Bionomics, Embryology and Anatomy of certain Hymenoptera Parasitica, especially of *Microgaster connexus* (Nees). Journ. Linn. Soc. (Zool.) Vol. XXXIII, 1916—1919.

[2]) Herold, W., Zur Kenntnis von *Agrotis segetum* Schiff. (Saateule). III. Feinde und Krankheiten. Zeitschr. f. angew. Entomol. Bd. IX, 1923.

gänge wäre sehr erwünscht. Auch bei *Euphorus* gelangten ab und zu Individuen zur Beobachtung, bei denen die Schwanzblase wenn auch nur wenig ausgestülpt war: dann handelte es sich aber stets um eine mortale Erscheinung. Nur bei lebenden Tieren hat die Blase auch ihre normale Gestalt (Abb. 6), bei konservierten ist sie stets geschrumpft (Abb. 4). Ihrer Funktion nach ist sie wohl ein Atmungsorgan, wie dies von Weißenberg für *Apanteles* festgestellt wurde, wo „der Herzschlauch in diese Schwanzblase hineinragt und aus ihr durch ein sehr großes Ostium Blut aufnimmt". (Schröder, Handbuch der Entomologie, 2. Liefg., 1913, S. 265). Auch bei den *Euphorus*-Larven konnte bei lebenden Exemplaren ab und zu

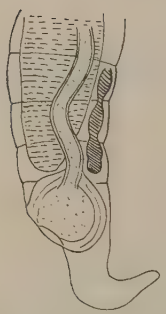

Abb. 5. Larve wie in Abb. 4. Hinterende mit Schwanzblase, Malpighischem Gefäß, Ganglienkette und Darm. Zeiß, Ok. 3, Obj. AA. (Nach dem Leben.)

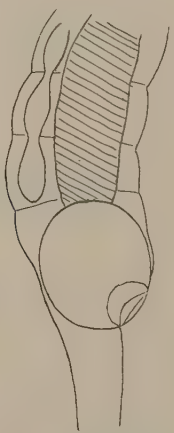

Abb. 6. Wie in Abb. 5. Typische Blasenform des Enddarms. (Nach dem Leben.)

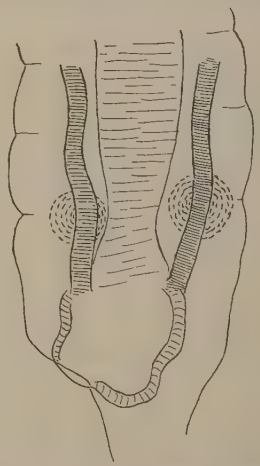

Abb. 7. Wie in Abb. 5. Darm, Schwanzblase, die beiden Malpighischen Gefäße, Anlage der Gonaden (punktierte Kreise). Zeiß, Ok. 3, Obj. C. (Nach dem Leben.)

der durchsichtige Herzschlauch, der bis zur Schwanzblase reicht, beobachtet werden. Tracheen sind in diesem Stadium nicht vorhanden, sie treten erst im zweiten Larvenstadium auf, wenn die Schwanzblase rückgebildet ist. Hier wären die von Meyer[1]) bei Ichneumonidenlarven beschriebenen Schwanzanhänge zu erwähnen, die Atmungsorgane vorstellen und beim Auftreten der Tracheen verschwinden.

Einmal hatte sich eine Larve mit der Schwanzblase am Objektträger angesaugt (das in Abb. 17 gezeichnete Exemplar); etwas ähnliches dürfte Seurat beobachtet haben, was ihn wohl zur Deutung dieser Blase als Bewegungsorgan veranlaßt hat.

---

[1]) Meyer, N. F., Zur Morphologie einiger Ichneumonidenlarven. (Russisch, mit englischem Resumé). Rep. Bur. Appl. Entomol. Agr. Sc. Comm. Vol. II, 1922, Petrograd.

Die Larven dieses ersten Stadiums nun liegen im Abdomen der jungen *Helopeltis*-Individuen eng dem Darm angeschmiegt (Abb. 8), wobei der Schwanz offenbar als Bewegungs- und zwar speziell als Stemmorgan wirkt (vgl. Bischoff, Hymenoptera in: Biologie der Tiere Deutschlands, Berlin 1923); mit seinen zahlreichen Dörnchen verhindert er jedenfalls ein Abgleiten der Larve von der glatten Darmwand des Wirtes und ermöglicht, auch durch seine Beweglichkeit, eine Art Verankerung zwischen den verschiedenen Abdominalorganen. Wahrscheinlich nehmen die Larven erst flüssige Nahrung auf, um später mit den sichelförmigen Mandibeln (Abb. 9) das Innere des Wirtes aufzufressen.[2]) Hier und da konnte beob-

Abb. 8. Fressende Larve von *Euphorus helopeltidis*, dem *Helopeltis*-Darm anliegend, etwa 1 mm lang. Zeiß, Ok. 2, Obj. AA. (Nach dem Leben.)

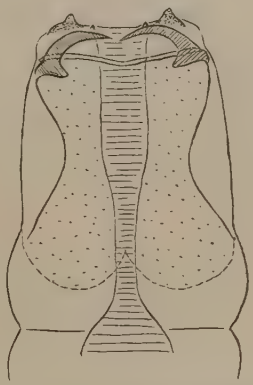

Abb. 9. Kopf der ersten Larve von *Euphorus helopeltidis*. Zeiß, Ok. 3, Obj. C.

achtet werden, wie die Larve mit ihren Mandibeln die Darmwand der *Helopeltis* anpackte.

Im Laufe der Entwicklung häutet sich diese erste Larve, denn ab und zu fand sich die chitinisierte Kopfkapsel im Abdomen einer *Helopeltis* neben dem folgenden Larvenstadium. Bei einer Länge von ungefähr 2 mm beginnt die Larve des ersten Stadiums sich umzuwandeln; die Mandibeln verschwinden, der Kopf ist nicht mehr kapselförmig und nimmt eine weißliche Farbe an, während der Schwanz und die Schwanzblase rückgebildet werden. Dieses Übergangsstadium, wie ich es nennen möchte, ist in Abb. 10 zu sehen.

2. Larvenstadium. Die Larve dieses Stadiums ist 2—4 mm lang, je nach dem Grade der Kontraktion und füllt schließlich das Abdomen ihres Wirtes völlig aus. Mandibeln fehlen wie gesagt, dafür sind chitini-

[2]) Stellwaag, F., Die Schmarotzerwespen (Schlupfwespen) als Parasiten. Beiheft zur Zeitschr. f. angew. Entomol., Nr. 6, 1921, S. 47.

sierte spangenartige Versteifungen in der Mundgegend (vgl. Seitner und Nötzl, l. c. S. 192, Abb. 14) vorhanden (Abb. 11). Die Haut ist besetzt mit einem „Pelz" feiner Dörnchen, ähnlich wie dies Meyer (l. c.) beschreibt, die vielleicht eine Bedeutung für die Bewegung haben. Die erwachsene, milchigweiße Larve verläßt ihren Wirt durch das Abdomen[1]) und beginnt, wie schon bei der Aufzucht erwähnt wurde, bald mit dem Spinnen des Kokons. Schon bei Exemplaren, die sich noch im Innern des Wirtes befinden, sind die Spinndrüsen als in Windungen gelegte Schläuche wahrzunehmen.

Imago. Im Freien konnte *Euphorus helopeltidis* noch nicht beobachtet werden; auch über die Lebensdauer, die Anzahl der abgelegten Eier eines Weibchens und das Auftreten von Männchen müssen noch weitere Beobachtungen gemacht werden.

Abb. 10. Larve von *Euphorus helopeltidis*. Übergang zwischen 1. und 2. Stadium, 2 mm lang. Zeiß, Ok. 1, Obj. AA.

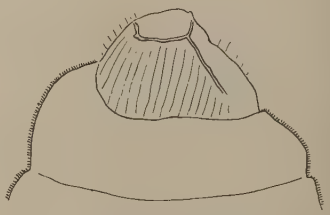

Abb. 11. Vorderende der Larve des 2. Stadiums mit braunen Chitinspangen und Andeutung des Börstchenpelzes an den Körpersegmenten. Zeiß, Ok. 3, Obj. AA.

Entwicklungsdauer. Da *Helopeltis* vom Ausschlüpfen aus dem Ei bis zum Erreichen des Imaginalstadiums nach Leefmans (l. c.) 14—24 Tage nötig hat, wobei 4 Häutungen stattfinden, muß die Entwicklung von *Euphorus* bis zur verpuppungsreifen Larve notwendigerweise in dieser Zeit erfolgen. Dazu kommen dann noch etwa 16 Tage Puppenruhe, so daß die völlige Entwicklung vom Ei bis Imago für *Euphorus* etwa 35—40 Tage, also ungefähr dieselbe Zeitdauer, die auch der Wirt für seine Entwicklung vom Ei bis Imago nötig hat, beträgt.

Wirkung des Parasiten auf den Wirt.

Während wie schon erwähnt den jüngsten parasitierten *Helopeltis*-Individuen äußerlich nichts anzusehen ist und sie sich auch in ihrem ganzen Verhalten (Beweglichkeit, Stech- und Saugvermögen) in keiner Weise von normalen Tieren unterscheiden, vollzieht sich in ihrem Innern eine Degeneration des Fettkörpers zu kleinen cystenartigen, weißgelben Kugeln oder Körnern. Dieser Zerfall des Fettkörpers, wie er auch von Oglobin,

[1]) Menzel, R., De in Helopeltis parasiteerende sluipwesp. De Thee, Nr. 1—2, 1924, Plaat IV, Abb. 4.

Kaufmann, Speyer, Seitner u. a. beschrieben wurde, beginnt gleich am Anfang des ersten Larvenstadiums von *Euphorus* in den 2—3 mm langen *Helopeltis*-Jugendstadien (vgl. Kurdiumov und Znamenski, l. c.). Findet man beim Öffnen solcher Individuen diese weißen Kügelchen, die sogleich auffallen (Abb. 12), so kann man mit Sicherheit auf das Vorhandensein der *Euphorus*-Larve rechnen, die sonst wegen ihrer Durchsichtigkeit und geringen Größe oft nicht leicht zwischen den verschiedenen Abdominalorganen ihres Wirtes festzustellen ist. Im weiteren Verlaufe der Entwicklung von Wirt und Parasit verschwinden dann diese Fett-

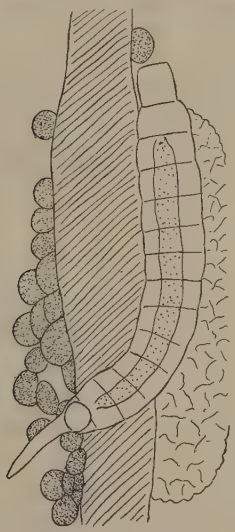

Abb. 12. Larve von *Euphorus helopeltidis*, 1. Stadium. Dem Darm des Wirtes anliegend, links vom Darm der zu cystenartigen Kugeln degenerierte Fettkörper. Zeiß, Ok. 1, Obj. AA. (Nach dem Leben.)

Abb. 13. Larve von *Stictopisthus javensis*, mit einem Teil des Tracheensystems. Zeiß, Ok. 2, Obj. AA.

kugeln, der Parasit wird immer größer und füllt schließlich das Abdomen seines Wirtes fast völlig aus. Dieser ist nun auch sichtlich geschwächt, seine Bewegungen sind träger und das Stech- und Saugvermögen wird immer geringer, bis er in den allermeisten Fällen noch als Nymphe zugrunde geht, ohne sich zur Imago entwickeln zu können. Ob der Parasit direkt an den Organen des Wirtes frißt, konnte noch nicht mit Sicherheit festgestellt werden. Wahrscheinlich besteht auch hier die Schädigung hauptsächlich in andauernder Säfteentziehung und einer Vergiftung durch fremde Stoffwechselprodukte (vgl. Speyer, l. c. S. 142).

Daß das Stech- und Saugvermögen bei parasitierten Nymphen kurz vor ihrem Tode praktisch gleich Null ist, konnte im Laboratorium öfters beobachtet werden und geht auch deutlich aus folgenden Tatsachen hervor.

Bei einem der Zuchtversuche im Freien auf der Plantage, wie sie im Kapitel über die Aufzucht des Parasiten geschildert wurden, zeigte sich, daß von 42 auf zwei völlig intakte Teesträucher ausgesetzten *Helopeltis*-Nymphen nach 24 Stunden rund 400 Stiche (resp. Flecken) gemacht worden waren, also von jedem Exemplar durchschnittlich etwa 10 Stiche. Nun geht aus Versuchen von Leefmans (l. c.) und eigenen Beobachtungen hervor, daß normale „Mikungs" in derselben Zeit viel mehr Stiche zu machen imstande sind. Leefmans (l. c. S. 37) zählte von 8 „Mikungs" (worunter sich wohl auch einige Nymphen befunden haben mögen) nach 24 Stunden die Anzahl der Stiche und fand

beim	1.	Exemplar	56	Stiche	(resp. Flecken)
„	2.	„	5	„	„ „
„	3.	„	88	„	„ „
„	4.	„	23	„	„ „
„	5.	„	8	„	„ „
„	6.	„	85	„	„ „
„	7.	„	107	„	„ „
„	8.	„	74	„	„ „

Durchschnittlich fallen demnach auf ein Exemplar rund 55 Stiche. Interessant wäre zu wissen, warum das 2. und 5. Exemplar so wenig Stiche machten. Jedenfalls geht aus dem Versuche von Leefmans hervor, daß normale „Mikungs" — denn um solche hat es sich damals doch wohl gehandelt — innerhalb 24 Stunden 50—100 Stiche zu machen fähig sind.

Bei dem oben erwähnten Zuchtversuch hätte man also normalerweise etwa 2000 Stiche erwarten müssen. Statt dessen wurden deren nur 400 gezählt, also wie schon erwähnt nur etwa 10 Stiche pro Exemplar. Dazu ist jedoch zu bemerken, daß von den 42 ausgesetzten *Helopeltis*-Exemplaren 11 sich zu Imagines entwickelten, also normal waren; die übrigen 31 Exemplare gingen innert weniger Tage zugrunde, und zwar kann als Ursache nur die Anwesenheit des Parasiten dafür verantwortlich gemacht werden; denn die Lebensbedingungen waren durchaus normale. Berücksichtigt man nun die Zahlen von Leefmans, so ist es denkbar, daß die 400 Stiche nur von den 11 normalen Exemplaren gemacht wurden, während die parasitierten Nymphen überhaupt keine Flecken mehr verursachen konnten.

Auf jeden Fall steht fest, daß parasitierte Nymphen einige Tage vor dem Austritt des Parasiten sehr geschwächt sind. Es wurde auch beobachtet, daß solche Exemplare wohl noch Stechversuche machten, aber nicht mehr die nötige Kraft dazu hatten. Der Stech- und Saugapparat vermochte nicht mehr in das Blattgewebe einzudringen und die sonst ins Innere des Blattes sich ergießende Speichelflüssigkeit blieb als wasserheller Tropfen an der Oberfläche des Blattes hängen.

Stictopisthus javensis Ferrière (Ichneum. Mesochorinae) als Hyperparasit von *Helopeltis antonii*.

Bei der Aufzucht von *Euphorus helopeltidis* im Laboratorium schlüpfte einige Male an Stelle von *Euphorus* eine andere Schmarotzerwespe aus. Die Vermutung lag nahe, es handle sich um einen Hyperparasiten, um so mehr als vorher schon ab und zu *Euphorus*-Larven zu Gesichte gekommen waren, in deren Innerem sich eine kleine lebende Hymenopterenlarve befand. Zudem gehört die von Ferrière (l. c.) als *Stictopisthus javensis* neu beschriebene Art (die erste aus dem malayischen Archipel und nahe verwandt mit *St. australiensis* Szepl.) zu den Mesochorinen, deren Vertreter sämtlich, soweit ihre Biologie bekannt ist, Hyperparasiten sind (nach briefl. Mitteilung von Dr. Ferrière), so daß meine Beobachtungen auch durch die Systematik bestätigt wurden.

Abb. 14. Vergrößertes Vorderende der *Stictopisthus*-Larve mit den Mandibeln. Zeiß, Ok. 3, Obj. C.

Abb. 15. Schwanz der *Stictopisthus*-Larve, daneben rechts Schwanz der *Euphorus*-Larve, zum Vergleich. Zeiß, Ok. 3, Obj. C.

Die Eiablage konnte noch nicht beobachtet werden; doch scheint der Hyperparasit in den allermeisten Fällen sein Ei direkt in die *Euphorus*-Larve einzuführen. Nur zweimal fand sich in einer *Helopeltis* eine 1 mm lange *Stictopisthus*-Larve, ohne *Euphorus*, und einmal wurde die Anwesenheit eines *Stictopisthus*-Eies, das sich durch seine geringere Größe (0,14 mm) vom *Euphorus*-Ei unterscheidet, neben einem 0,34 mm langen *Euphorus*-Embryo festgestellt. Diese Fälle dürften jedoch zu den Ausnahmen gehören; auch scheint es mir unwahrscheinlich, daß die *Stictopisthus*-Larve nachträglich aktiv in ihren Wirt eindringt.[1])

Meistens legt das Hyperparasitenweibchen sein Ei in das erste Larvenstadium von *Euphorus* und zwar gewöhnlich in der Einzahl (Abb. 16). Einmal fand ich zwei lebende etwa 0,7 – 0,8 mm lange *Stictopisthus*-Larven in einer *Euphorus*-Larve, ein anderes Mal wurden selbst 3 Hyperparasitenlarven in einer 1,8 mm langen Wirtslarve beobachtet, von denen das größte, 1 mm lange Exemplar sich bewegte, während die beiden kleineren,

[1]) Nach Kaufmann (l. c.) scheint der Hyperparasit sein Ei „sowohl unmittelbar in den primären Parasiten wie neben ihn in den Käferleib einzuführen".

0,7 und 0,8 mm langen Exemplare augenscheinlich tot waren. Normalerweise kann sich eben wohl nur 1 Hyperparasit in *Euphorus* entwickeln, wie auch stets nur 1 *Euphorus* in seinem Wirt festgestellt wurde. Nur scheint der Legeinstinkt bei *Euphorus* besser entwickelt zu sein als beim Hyperparasiten.

Die *Stictopisthus*-Larve (Abb. 13) liegt gewöhnlich zwischen Darm und Bauchganglienkette (Abb. 17 u. 18) ihres Wirtes (vgl. Kaufmann, l. c.). Sie besitzt wie *Euphorus* 2 Mandibeln, die aber etwas schlanker gebaut sind (Abb. 14), ferner einen kurzen Schwanz, der wie bei *Euphorus* mit kleinen Dörnchen besetzt ist (Abb. 15). Eine Schwanzblase fehlt, dafür findet sich schon bei 1 mm langen Exemplaren im Gegensatz zu *Euphorus*

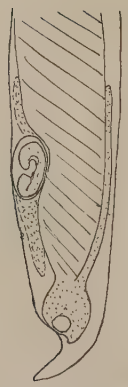

Abb. 16. Larve von *Euphorus helopeltidis* mit Embryo von *Stictopisthus javensis*. Zeiß, Ok. 1, Obj. AA.

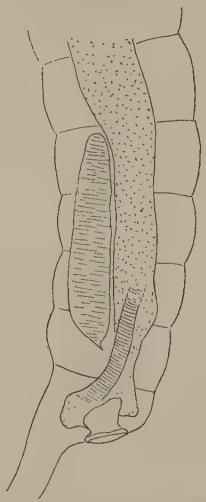

Abb. 17. Hinterende der Larve von *Euphorus* mit Darm, Schwanzblase, einem Malpighischen Gefäß und 0,5 mm langer, dem Darm anliegenden *Stictopisthus*-Larve. Zeiß, Ok. 3, Obj. AA.

Abb. 18. Larve von *Euphorus helopeltidis* mit 0,8 mm langer Larve von *Stictopisthus javensis* zwischen Darm und Ganglienkette. Zeiß, Ok. 1, Obj. AA.

ein Tracheensystem. Die Körpersegmentierung ist undeutlich; die Länge der beobachteten Larven schwankt zwischen 0,5 und 1,4 mm. Das größte Exemplar stammt aus einer *Euphorus*-Larve, die bereits ihren Wirt verlassen hatte, aber sich nicht verpuppte, wohl weil sie zu sehr durch den Hyperparasiten geschwächt war. Wahrscheinlich ist der primäre Parasit für gewöhnlich noch imstande, den Kokon zu spinnen, aus welchem dann an seiner Stelle der Hyperparasit ausschlüpft, und zwar beißt sich der letztere aus dem Kokon heraus, während durch *Euphorus*, wie erwähnt, ein rundes Deckelchen abgehoben wird.

Wie groß die praktische Bedeutung dieses Hyperparasiten ist, muß noch näher untersucht werden; bis jetzt wurde er erst auf wenigen Teeplantagen in Westjava und da nur in vereinzelten Fällen konstatiert.

Bedeutung von *Euphorus helopeltidis* für die Praxis.

Berücksichtigt man die weite Verbreitung des Parasiten auf Java und Sumatra, seine Entwicklung und Biologie sowie die Anwesenheit eines Hyperparasiten, so muß man annehmen, daß das erste Auftreten dieser Art als *Helopeltis*-Parasit schon vor relativ längerer Zeit erfolgt sein muß. Wenn Angaben von früheren Untersuchern fehlen, so hängt das wohl hauptsächlich zusammen mit dem anfänglich jedenfalls spärlichen, vereinzelten Vorkommen. Tatsache ist, daß der Parasit seit einigen Jahren auf verschiedenen Teeplantagen sehr zahlreich auftritt; von den untersuchten *Helopeltis*-Exemplaren, wobei auch die jüngsten berücksichtigt wurden, waren nicht selten 50—80% parasitiert. In solchen Fällen, die natürlich genau geprüft und kontrolliert werden müssen, wurden nur die Imagines von *Helopeltis* gefangen, die Jugendstadien aber, welche den Parasiten enthielten, nicht, um so diesem letzteren die Möglichkeit zur Entwicklung zu geben.

Es handelt sich hier also um eine Schonung des Parasiten, die in einigen Fällen schon angewendet wurde und, soweit aus den gemachten Beobachtungen hervorging, mit Erfolg. Jedenfalls kann das oft schon auch von Pflanzern festgestellte Verschwinden von *Helopeltis* in solchen Fällen auf die Anwesenheit des Parasiten zurückgeführt werden, wie ja auch schon länger bekannt war, daß das sogenannte Vonselbstverschwinden von Raupenepidemien seine Ursache im Auftreten von Parasiten hat.

Mehr läßt sich vorläufig nicht tun. Eine Züchtung von *Euphorus* im großen wäre viel zu umständlich und es dürfte auch das Resultat in keinem Verhältnis zu der aufgebrachten Mühe stehen, vor allem auch da es sich ja um einen einheimischen Parasiten handelt, der genügend Zeit hatte, sich an die gegebenen Verhältnisse anzupassen. Seine Schonung aber ist in bestimmten Fällen sicher zu befürworten.

In diesem Zusammenhang sei noch bemerkt, daß *Euphorus* bis jetzt nur auf Teeplantagen gefunden wurde, die mit Schattenbäumen (zugleich Gründüngerpflanzen) bepflanzt waren, und solche Plantagen, wo die Teesträucher dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt sind, offenbar meidet. Man wird also im letzteren Falle durch das Pflanzen von strauch- oder baumförmigen Gründüngerpflanzen zugleich auch für den *Helopeltis*-Parasiten günstige Lebensbedingungen schaffen.

Auf jeden Fall ist durch die Feststellung, daß *Helopeltis* einen echten Parasiten unter den Schlupfwespen besitzt, die Anwendung einer biologischen Bekämpfung auch dieses berüchtigten Schädlings in den Bereich der Möglichkeit gerückt.

Nachtrag.

In einer kürzlich erschienenen Arbeit, die mir durch die Liebenswürdigkeit des Verfassers noch während der Drucklegung dieser Mitteilung zuging (Owen B. Lean, Observations on the Life-history of *Helopeltis* on Cotton in Southern Nigeria, Bull. Entom. Research Vol. XVI, Pt. 4, March 1926) wird *Euphorus nigricarpus* Szepl. als Parasit von *Helopeltis bergrothi* Reut. und *Helopeltis sanguineus* Popp. angegeben. Damit bestätigt sich meine eingangs und schon früher ausgesprochene Vermutung, daß die in Afrika vorkommenden *Euphorus*-Arten auch dort als *Helopeltis*-Parasiten auftreten. Auf die Mitteilung von Lean wird an anderer Stelle noch näher einzugehen sein; hier sei nur bemerkt, daß die Larvenentwicklung von *Euphorus* in Nigeria sehr übereinstimmt mit derjenigen von *Euphorus helopeltidis*.

Curinus (Orcus) zonatus Muls. (Coccinellidae), ein Feind der Schildläuse an Orangenbäumen.

Beiträge zu seiner Morphologie, Biologie und bekämpfungstechnischen Bedeutung.

Von

Dr. **Johannes Wille,**

z. Zt. Instituto de Agronomia e Veterinaria, Porto Alegre, Brasilien.

(Mit 13 Abbildungen.)

Die Kultur von Apfelsinen und Zitronen, überhaupt von verschiedenen Citrusarten, stellt einen sehr wichtigen und aufblühenden Zweig der brasilianischen Landwirtschaft dar. Damit erwächst der angewandten Entomologie die Pflicht, sich dem Studium der Bekämpfung der zahlreichen Feinde dieser Kultur zu widmen. Daß deren Zahl in Brasilien nicht gering ist, beweisen die Zahlen von Citrusschädlingen, die von verschiedenen Entomologen aufgestellt wurden: Während für Gesamtbrasilien Carlos Moreira (2) nur 24 (die hauptsächlichsten) und Costa Lima (1) 54 Citrusschädlinge aufführt, konnten wir (Wille, 5) nur für Rio Grande do Sul deren 43 aufzählen. Die beherrschende Rolle unter diesen Schädlingen, sowohl was die Anzahl der Arten, wie auch die Schwere der wirtschaftlichen Schädigung anlangt, spielen die Schildläuse (Coccidae). Es finden sich im südbrasilianischen Staate Rio Grande do Sul keine besonderen, neuen Schädlingsformen, vielmehr handelt es sich im allgemeinen um die aus der Citruskultur Kaliforniens weltweit bekannten und berüchtigten Schildläuse.

Gegen diese Schadinsekten hatten technische Bekämpfungsmethoden im allgemeinen gute Erfolge. Insbesondere leistete „Ustin" gegen *Icerya purchasi* Mask. allerbeste Dienste (Wille, 6), und gegen die übrigen waren Spritzungen mit Petrolseifen- und Schwefelkalkbrühen stets von guter Wirkung. Daß diese technischen Maßnahmen nicht den Idealzustand der Bekämpfung darstellen, liegt auf der Hand, besonders wenn man die Kostspieligkeit der Methoden und die Unzuverlässigkeit des hiesigen, gänzlich ungeschulten Arbeiterpersonals berücksichtigt. Die biologische Bekämpfung der angeführten schädlichen Schildläuse stand also als erstrebenswertes Ziel vor Augen. Es wurde erreicht bei der Bekämpfung der *Icerya pur-*

chasi durch die weltbekannte Verwendung des *Novius cardinalis*. In den Pflanzungen des Institutes in Porto Alegre trat Novius Hand in Hand mit einer Massenvermehrung seines Wirtes auf, und innerhalb von drei Monaten brachte er die Kalamität der Icerya zum Zusammenbruch (Wille, 7). Das plötzliche Auftreten des *Novius cardinalis* war nicht genau zu ermitteln, vermutlich war er mit Valencia-Orangenbäumen 1921 aus Kalifornien zufällig mit eingeführt worden.

Für die übrigen Schildläuse fehlt ein natürlicher Feind, der von wirtschaftlicher Bedeutung wäre. Wohl fanden sich die untersuchten Schildläuse bis zu 10% von Chalcididen befallen, allein sie zeigten keine „Gradation" (Stellwaag, 4), so daß sie der überhand nehmenden Schildlausplage Einhalt hätten tun können. Sodann fand sich bei den ständigen Beobachtungen der Orangenbäume vom Jahre 1922 ab als Feind der Schildläuse ein kleiner Coccinellide, der vom Deutschen Entomologischen Institut in Berlin-Dahlem als *Curinus zonatus* Muls. bestimmt wurde. Ich möchte nicht verfehlen, Herrn Dr. Walther Horn, Direktor des obengenannten Institutes, meinen besten Dank für die freundliche Übernahme der Bestimmung auszusprechen. Die biologischen Eigentümlichkeiten des Schildlausparasiten *Curinus zonatus* und seine bekämpfungstechnische Bedeutung bieten hinreichend interessante Punkte, um die folgende Bearbeitung zu rechtfertigen.

I. Curinus zonatus und seine Entwicklungsformen.

Der Käfer. Systematisch ist *Curinus zonatus* Muls. zur Familie *Coccinellidae*, Unterfamilie *Coccinellinae*, *Tribus Chilocorini* zu stellen. Von Mulsant (3) 1851 als *Orcus zonatus* beschrieben, heißt er jetzt nach brieflicher Mitteilung von Dr. Horn: *Curinus zonatus*. Die Beschreibung, die Mulsant gegeben hat, ist in allen wesentlichen Punkten richtig. In den Größenangaben gelangten wir zu etwas kleineren Maßen. Wenn auch nicht geleugnet werden soll, daß man die von Mulsant angegebenen Maße findet, so ist doch der Durchschnitt der Käfer kleiner. Wir fanden als Mittel von 50 Messungen an lebenden Käfern mit vorgestrecktem Kopf: 2,73 mm lang und 2,30 mm breit.[1]) Daraus ergibt sich also eine fast kreisrunde Umrißform. Der Körper wölbt sich halbkugelig empor (Abb. 1). Bei der Betrachtung von oben ist vom Kopfe fast nichts zu sehen, er ist senkrecht nach unten gerichtet und wird vom Prothorax überdeckt. Auch die Beine treten seitlich nur wenig unter dem Körper hervor. Die Farbe ist ein glänzendes Gelbbraun mit dunkelbraunen Zeichnungen und einer sehr feinen zarten und oberflächlichen Punktierung ohne Behaarung. Kopf, Antennen und Palpen sind gelbbraun, der Thorax ist dunkelbraun mit hellbraunen Seitenflecken und einem zuweilen undeutlichem hellem Mittel-

[1]) Bei allen folgenden Größenangaben handelt es sich um Mittelwerte, die aus mindestens 10, gewöhnlich aus 50 Messungen am lebenden Tier gewonnen wurden.

strich im vorderen Teil. Die Seitenteile sind stark herabgedrückt und liegen nicht den Flügeldecken an. Das Schildchen ist dunkelbraun. Die hellgelbbraunen Elytren sind stark gewölbt, wie Kugelausschnitte, sie besitzen einen feinen, abgesetzten und dunkelbraunen Außenrand, außerdem in der Mitte und an der Innenkante je ein dunkelbraunes Band, das sich nach hinten verschmälert. Nur die Bänder der Innenkante erreichen die nicht abgestumpften Spitzen der Flügeldecken. Die stark entwickelten gelbbraunen Epipleuren liegen wagerecht und tragen schwache Gruben für die Mittel- und Hinterschenkel. Auf der Unterseite ist die Färbung dunkelbraun bis zum dritten Abdominalsterniten, der Rest des Hinterleibs ist gelbbraun. Die kräftigen Beine haben dunkelbraune Färbung, die Tarsen sind hellbraun.

Abb. 1. Der Käfer *Curinus zonatus* Muls., in Rückenansicht.

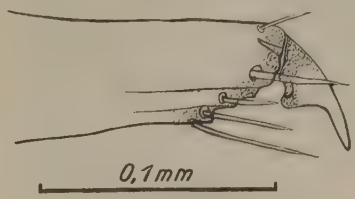

Abb. 2. Tibia und Kralle am rechten Vorderbein der Larve I.

Größen- oder Färbungsunterschiede der Geschlechter waren nicht zu beobachten. Um Männchen und Weibchen zu unterscheiden, bedarf es einer eingehenden Untersuchung der äußeren Geschlechtsorgane am Hinterleibsende.

Die Imagines paaren sich frühestens (in den Zuchten des Laboratoriums) drei Tage nach dem Auskriechen aus der Puppenhaut und leben in Gefangenschaft bis zu einem Monat. Die Kopula, welche von dem gleichen Pärchen, oder auch von verschiedenen Individuen mehrmals ausgeführt wird, zeigt keine Besonderheiten: das Männchen „hängt" schräg dorsal über dem Hinterleib des Weibchens. Die Vereinigung dauert gewöhnlich 20 Minuten; sie kann sich aber bis zu einer Stunde ausdehnen. Ein Liebesspiel geht der Paarung nicht voran. Nur bei Sonnenschein und großer Hitze (über 20° C) sind die Tiere paarungslustig. Sonnenschein und Wärme beeinflussen auch außerordentlich die Beweglichkeit der Käfer. Sie flogen und liefen dann auf den Blättern der Orangenbäume munter umher, wurden träger, wenn Bewölkung auftrat, und suchten beim Sinken der Temperatur unter 20° C Verstecke auf, wo sie ruhig saßen und sich nicht weiter bewegten. Die Lebenszeit der Männchen ist kürzer als die der befruchteten Weibchen, sie betrug 21 gegen 27 Tage im Sommer, und 30 gegen 35 im Winter.

Die Weibchen legen, frühestens 24 Stunden nach der Begattung, die Eier frei auf die Oberseite der Blätter in unregelmäßigen Haufen von 5—10 Stück ab. Die Form der Eier ist länglich elliptisch (0,39 mm lang und 0,15 mm breit), ihre Oberfläche erscheint fein gekörnelt und ihre Farbe ist gelbrötlich. Die genaue Dauer des Eistadiums ließ sich nicht ermitteln, da die Eier außerordentlich empfindlich gegen Austrocknen und ebenso gegen Verpilzung waren. Deshalb legen die Weibchen im Freien ihre Eier auch mit Vorliebe an geschützte, noch nicht voll entfaltete und „verlauste" Blätter der Orangenbäume ab. Als kürzeste Eidauer ließ sich ungefähr 8 Tage (bei 25° C) und als längste 15 Tage (bei 18° C) ermitteln.

Die schlüpfenden jungen Larven I sind durchscheinend und von hellweißlicher Farbe. Ihre Größe beträgt 0,67 mm in der Länge und 0,40 mm in der Breite. Sie bewegen sich sehr langsam (ca. 1 cm in der Stunde) und sind in ihren ersten Lebenstagen schwer im Freien aufzufinden, da ihr durchscheinender, heller Körper sich kaum von der Blattoberfläche abhebt. Drei bis vier Tage nach dem Schlüpfen bilden sich an den Körperseiten weiße zarte Wachsfäden aus, die sich jederseits bis zu 1 mm Länge ausdehnen können. Durch diese Bildungen sind die Larven I dann leichter auffindbar. Die Larve läßt den nach unten gerichteten Kopf, drei breite Thoraxsegmente und neun nach hinten fortlaufende kleiner werdende Abdominalsegmente erkennen. Die Organe des Kopfes, welche zum Aufspüren und Zerkleinern der Nahrung dienen, werden uns später beschäftigen. Die kräftigen Beine zeigen, wie auch bei den folgenden Larvenstadien, die Zusammensetzung aus Coxa, Trochanter, Femur und Tibia. Als Endglied findet sich eine starke Kralle (Abb. 2). Das distale Ende der Tibia ist außerdem schwach zahnartig gebuchtet und mit Haaren besetzt, wodurch die Greifkraft des Beines erhöht wird. Ein deutlich abgesetztes, besonderes Tarsusglied findet sich, wie bei den meisten Polyphagenlarven, nicht. Auf der Rückenseite der sieben vorderen Abdominalsegmente finden sich in den Seitenteilen sieben Paar Stigmenöffnungen, die genau so liegen wie bei den späteren Larvenstadien (Abb. 5). Seitlich finden sich jederseits an den Hinterleibssegmenten 1—8 und an den drei Thoraxsegmenten 11 schwach-halbkugelige Vorwölbungen. Am neunten Hinterleibssegment sind sie in ein unpaares rundliches Gebilde in der Medianlinie verschmolzen, und ebenso trägt das erste Thoraxsegment noch ein Paar median zusammenfließender Vorwölbungen am Vorderrande. Jede dieser Vorwölbungen trägt ein langes Haar, welches wie der optische Schnitt zeigt, hohl ist, und an der Basis von einem eingesenkten Sekretporenfelde umgeben wird (Abb. 3 a, b). Diese Haare bilden die Stützgerüste für die feinen weißen Wachsfäden, die bereits bei drei Tage alten Larven I aus dem Porenfelde sich abzuscheiden beginnen. Entsprechend der Anzahl der Vorwölbungen und der Stützhaare finden wir also maximal 26 Wachsfäden, die eine Länge von 1 mm erreichen können. Häufig jedoch sind einzelne Wachsfäden verloren gegangen durch Hängenbleiben an Blättern usw., beim

Herumkriechen, oder die Gerüsthaare sind abgebrochen und der Wachsfaden bleibt kürzer. Die übrige Haut der Larve ist glatt, nur an den Seitenteilen leicht gefurcht, sie trägt keine Sekretporen und nur vereinzelte schwache und kurze Haare.

Die Lebenszeit der Larve I beträgt in den Sommermonaten November bis März 10—12 Tage, im Winter bis zu einem Monat. Vor der Häutung verankert sich das Tier fest mit den Vorderbeinen und klebt sich auch noch durch Kotbrocken mit dem After an seinem letzten Fraßplatz an. Dann platzt die Rückenhaut in den Thorax- und den drei ersten Abdominalsegmenten, auch die Kopfhaut reißt in der Medianlinie ein. Es hebt sich zunächst der Vorderkörper nebst den Beinen aus der alten Hülle heraus,

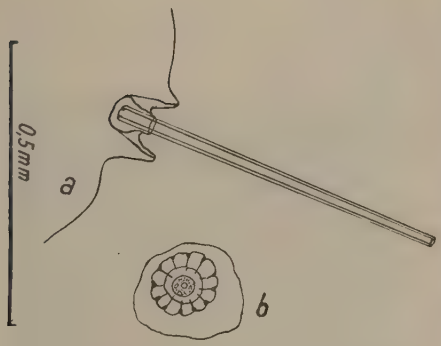

Abb. 3. Sekretporenfeld und Haar am Seitenwulst des 8. Abdominalsegments der Larve I.
a) im optischen Schnitt. b) in Aufsicht.

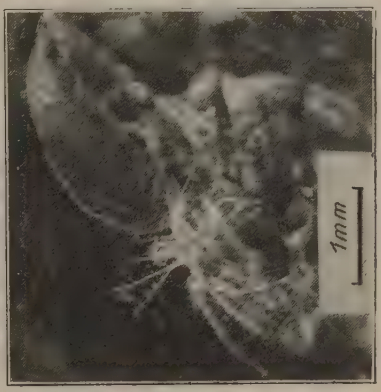

Abb. 4. Verlassene Haut der Larve I.

dann zieht das neugeschlüpfte Tier vorwärtskriechend den Hinterleib nach. Der ganze Häutungsvorgang, auch bei den älteren Stadien, dauerte in der Gefangenschaft mindestens 24 Stunden. Häufig gingen Tiere hierbei zugrunde, da sie sich nicht völlig von den alten Häuten befreien konnten. Auch bei freilebenden Tieren wurden Häutungsfehler beobachtet. Die verlassenen Häute der Larven I (Abb. 4) bleiben bis zu einem Monat an den Häutungsorten hängen.

Die geschlüpfte Larve II ist zunächst von gelblich grauer bis rosaroter Farbe, jedoch beginnt sie sofort mit der Ausscheidung von weißen wachsartigen Absonderungen, die ihr ein weißes Aussehen verleihen. Da die biologischen und morphologischen Verhältnisse bei den beiden noch folgenden Larvenstadien III und IV die gleichen wie bei Larve II sind, so sollen sie gemeinsam behandelt werden. Die folgende Tabelle gibt zunächst die Größen, die Larvendauer und die Anzahl der Sekretporenfelder (als Beispiel die des linken Seitenwulstes des achten Abdominalsegmentes).

Tabelle I.

Stadium	Länge in mm	Breite in mm	Sekretporenfelder	Dauer des Stadiums in Tagen im Juni und Juli	im November bis März
Ei . . .	0,39	0,15	—	15	8
Larve I .	0,67	0,40	1	30	10—12
Larve II .	1,29	0,71	8—11	30	12
Larve III	1,94	1,17	33—40	40	14
Larve IV	3,10	2,34	58—63	40	15
Puppe .	2,56	2,12	—	50	11
Vollkerf .	2,73	2,30	—	Männchen 30 Weibchen 35	Männchen 21 Weibchen 27

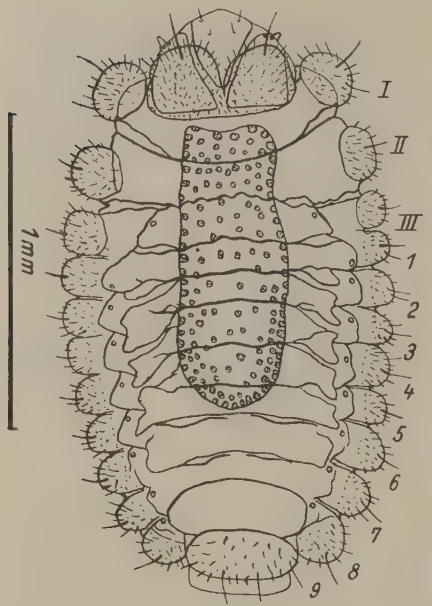

Abb. 5.
Larve IV. Dorsalansicht. Wachsbedeckung entfernt.

Abb. 6.
Larve III. Mit Wachsbedeckung.

Die Gliederung des Larvenkörpers (Abb. 5) ist die bereits bei der Larve I geschilderte. Die späteren Larvenstadien unterscheiden sich von ihr hauptsächlich durch die Bedeckung mit schneeweißen, wachsartigen Sekreten in bestimmter Anordnung (Abb. 6). Diese Sekrete werden einmal ausgeschieden von den seitlichen Wülsten am Körper und sodann durch die gesamte Decke des Rückens, ausschließlich des Kopfes. Die Körperhaut ist jetzt nicht mehr glatt, sondern fein und unregelmäßig gerunzelt, sie trägt außerdem unregelmäßig verteilt zahlreiche gefelderte Sekretporen, die nicht selten als Stütze für die Wachsausscheidung ein Haar in

ihrem Mittelpunkt tragen (Abb. 7). Die durch die Sekretporen ausgeschiedenen, weißen Wachse legen sich auf der Rückenseite als ein 0,1—0,2 mm dicker Pelz der Rückenseite des Tieres an (Abb. 6). Es bleiben in den Segmentgrenzen jederseits der Mittellinie nur eine quer-längliche Stelle und sodann weiter lateralwärts um die Stigmenöffnungen herum eine runde Stelle frei von Wachsbedeckungen. Das Fehlen des Wachses an der Stigmenöffnung erklärt sich dadurch, daß im Umkreis um das Stigma Sekretporen fehlen oder nur spärlich stehen. Die mehr median stehenden, länglichen, wachsfreien Stellen liegen in eingesenkten weichen Vertiefungen der Intersegmentalhaut, welche bei der Vorwärtsbewegung des Tieres sich ausdehnen und zusammenziehen, also auf diese Weise rein mechanisch eingelagerte Wachsausscheidungen wieder entfernen. Die seitlichen Halbkugelwülste

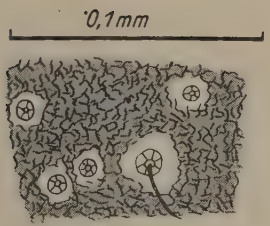

Abb. 7. Rückenhaut der Larve IV mit Sekretporen.

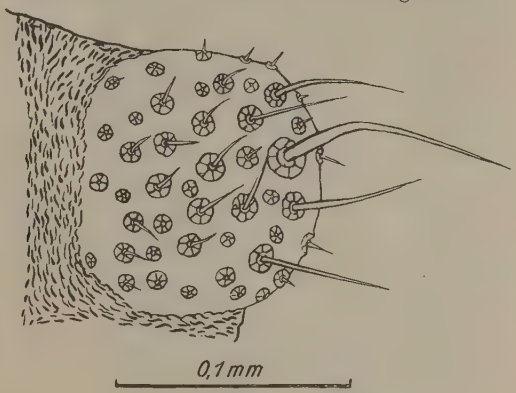

Abb. 8. Larve IV. Seitenwulst des 8. Abdominalsegments mit Sekretporenfeldern.

(Abb. 5, 8) tragen nicht mehr wie bei der ersten Larve nur ein gefeldertes Porenfeld, sondern diese sind bei den älteren Larven in ständig wachsender Zahl vorhanden (vgl. Tabelle I). Natürlich nehmen die Wülste mit dem Größerwerden der Larve auch an Größe zu, ihre Anzahl und Stellung ist jedoch die gleiche wie bei der Larve I, nur verschmelzen die Vorwölbungen im neunten Abdominalsegment und das vordere Paar des ersten Thoraxsegmentes viel inniger. Dieses letztere Paar bedeckt stark den Kopf (Abb. 5). Die auf den glatthäutigen Seitenwülsten gelegenen Porenfelder (Abb 8) sind vom gleichen Bau, wie die bei der Larve I geschilderten (Abb. 3), nicht jedes Feld braucht mit einem Haar ausgestattet zu sein, kann aber zentral ein kürzeres oder längeres tragen. Stets findet sich auf jeder Seitenwulst in einem besonders großen Sekretporenfeld ein besonders langes (bis 1 mm) Haar, welches als Stütze für das abgeschiedene Wachs dient. Dieser bildet jetzt nicht mehr einzelne, jedem Porenfelde entsprechende dünne Fäden, sondern alle fließen zu einem dicken Wachszapfen zusammen, der sich in maximaler Länge von 1 mm und in maximaler Dicke von

0,18 mm von jeder Seitenwulst erhebt. Daraus ergibt sich dann eine stern- oder strahlenförmige Umrahmung des Körpers mit weißen Wachszapfen. Stets verschmelzen die Wachsausscheidungen des neunten Hinterleibssegmentes zu einem unpaaren Zapfen, so daß wir nicht entsprechend der Zahl der Seitenwülste 26, sondern maximal nur 25 Wachsstrahlen finden. Sehr häufig verschmelzen auch die vier besonders starken Strahlen des ersten Thoraxsegmentes zu einer dicken Wachsplatte, die nach vorn gerichtet sich über den Kopf legt (Abb. 6). Wie bei der Larve I können einzelne Wachszapfen kleiner bleiben, abgebrochen sein oder auch mit benachbarten zusammenschmelzen. Bei flüchtiger Beobachtung erscheinen diese Larven Pseudococcus-Schildläusen (z. B. *Pseudococcus adonidum* Westw.) außerordentlich ähnlich.

Abb. 9. Puppe in Rückenansicht, innerhalb der letzten Larvenhaut (mit Wachsdeckung) gelegen.

Entfernt man die Wachsbedeckung durch Behandlung mit absolutem Alkohol und Xylol, so erscheint die Rückenseite stark quergewulstet (Abb. 5). Es finden sich neun Paar Stigmenöffnungen, im dritten Brust- und den vorderen acht Hinterleibssegmenten gelegen. Diese Stigmen stehen auf den seitlich abfallenden Rändern der Rückenquerwülste. Besondere Haarbildungen in ihrer Umgebung finden sich nicht. Bemerkenswert ist, daß bei den älteren Larven in aufgehellten Exemplaren der Vorderdarm stets als ein durch dunklere Brocken gekennzeichneter Sack sichtbar wird (Abb. 5).

Für die Häutungen der älteren Larven gilt in allen Punkten das bei der Larve I Gesagte, nur zerreist die Kopfhaut nicht mehr in der Medianlinie, sondern Y-artig entsprechend den drei dorsalen Kopfskelettplatten (Abb. 5). Die durch die weißen Wachsausscheidungen auffallenden, jetzt aber leeren Häute finden sich zahlreich auf den Blättern der von Schildläusen befallenen Citrusbäume. Sie sitzen hier bis zu einem Monat fest, um dann allmählich zu zerfallen.

Die Larve IV häutet sich zur Puppe, indem die Rückendecke in der Mittellinie aufreißt. Die zunächst gelblich, nach 24 Stunden dunkelbraun gefärbte Puppe drückt sich nach der Dorsalseite empor, wobei sie die zerrissenen Larvenhäute mit den Wachsanhängen nach den Seiten zu drängt. Niemals jedoch verläßt die Puppe ihre letzte Larvenhaut, sondern

bleibt ständig von ihr rings umschlossen (Abb. 9). Sie ist dann ähnlich wie die Larven, nur mehr unregelmäßig, strahlenförmig von den Wachsdornen der letzten Larvenhaut umgeben. Auf ihrer Rückendecke lagern sich auch einige Wachsteilchen vonseiten der alten Larvenhaut an, doch sind diese nicht etwa von der Puppenhaut ausgeschieden, sondern stellen rein mechanische Verschmutzungen der letzteren dar. Am Körper der Puppe lassen sich die Vorderflügelscheiden und sieben Hinterleibsringe bei Betrachtung von oben erkennen. Die Größe und Lebensdauer der Puppe ist aus Tabelle I zu entnehmen. Die Puppe ist behaart, trägt aber keine Sekretporenfelder. Die Behaarung ist besonders stark auf den Vorderflügelscheiden und den Seitenabschnitten der Hinterleibsringe.

Die Käfer schlüpfen aus der Puppe, indem Kopf- und Prothorakalschild quer vom Bauch und von den Seiten der Flügeldecken herabreißen, ohne sich in der Mittellinie zu teilen. In der so vorn nach oben gehobenen Puppenhaut sitzt der Käfer ein bis zwei Tage still, färbt sich aus und erhärtet. Darnach kriecht er aus der Haut nach vorn heraus.

II. Biologisches Verhalten gegenüber den Schildläusen.

Wenn wir „als Parasiten solche Lebewesen bezeichnen, die kürzere oder längere Zeit ihres Daseins sich auf Kosten ihres Wirtes von lebendem tierischen Gewebe nähren" (Stellwaag, 4), so ist *Curinus zonatus* unbedingt als Parasit zu bezeichnen. Von seinen im vorhergehenden Abschnitt geschilderten Entwicklungsstadien sind parasitär: Die Larven I, II, III und IV und die Imagines, d. h. also alle fressenden Stadien, aber nicht die Ruhestadien des Eies und der Puppe.

Die durch *Curinus zonatus* in Südbrasilien angegriffenen Schildlausarten sind nach unseren Beobachtungen folgende, wobei gleichzeitig ihre Häufigkeit und wirtschaftliche Bedeutung erwähnt sei:

Subfam. *Dactylopiinae: Pseudococcus citri* (Risso) Fern., an Citrus, nicht häufig.

Subfam. *Asterolecaniinae: Asterolecanium bambusae* Boisd., an Bambus, häufig.

Subfam. *Lecaniinae: Lecanium hesperidum* (L.) Burm., an Citrus, sehr häufig.
Lecanium hemisphaericum Targ., an Citrus, nicht häufig.
Lecanium perlatum Ckll., an Citrus, nicht häufig.

Subfam. *Diaspinae: Chionaspis citri* Comst., an Citrus, schwerste Plage.
Chrysomphalus ficus Ashm., an Citrus, schwerste Plage.
Aspidiotus hederae (Vall.) Sign., an Citrus, nicht häufig.
Chrysomphalus aurantii Ckll., an Citrus häufig.
Lepidosaphes pinniformis (Bché.) Kirk., an Citrus, schwerste Plage.
Lepidosaphes gloveri (Pack.) Kirk., an Citrus, nicht häufig.
Odonaspis secreta (Ckll.) Fern., an Bambus, nicht häufig.

Es ist bemerkenswert, daß sich unter den angegriffenen Schildläusen keine einzige befindet, die durch starke Wachsplatten bedeckt ist, wie z. B. die hier sehr häufigen Ceroplastes-Arten, ebenso keine, welche Wachsfäden in größerer Menge ausscheidet, wie z. B. die gleichfalls sehr häufige *Icerya purchasi*. Die *Pseudococus citri*-Laus hat allerdings faden- und strahlenförmige Wachsabsonderungen, die angegriffenen Tiere waren jedoch stets nur mit wenigen Fäden bedeckt.

Den oben genannten 12 schädlichen Schildläusen stehen als nützliche Parasiten die ausgebildeten Käfer und die 4 Larvenstadien von

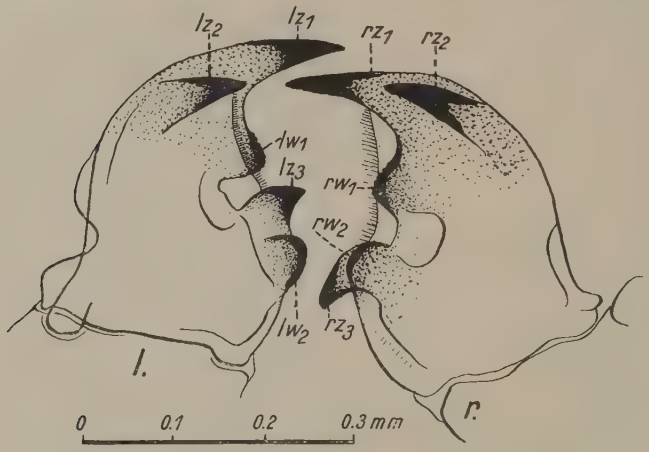

Abb. 10. Mandibeln des Käfers, r = rechts, l = links. Übrige Erklärung im Text.

Cur. zon. gegenüber. Wie können diese die Schildläuse angreifen, wie spüren sie die Beute auf und wie fressen sie?

Zur Beantwortung dieser Fragen betrachten wir zunächst die Sinneswerkzeuge des Käfers. Am Kopfe finden sich die ovalen fein fazettierten Augen. Ihre Umrandung wird durch einen stärker chitinisierten dunklen Ring gebildet, welcher ventral gerade abgeschnitten ist. Dicht neben den Augen sitzen die kurzen Fühler. Ihre Anheftungsstelle wird vom Kopfrand bedeckt und ist so nicht von oben sichtbar. Der Fühler setzt sich aus zwei Grundgliedern und sieben Geißelgliedern zusammen, von denen das sechste das größte und dickste ist. Die vier letzten Geißelglieder sind dicht mit kurzen Sinneshaaren und spärlich mit Sinneskegeln besetzt.

Die Mundwerkzeuge des Käfers sind kräftig ausgebildet. Die Oberlippe bildet eine fast rechteckige Platte, die mit zahlreichen Sinneshaaren und gruppenförmig angeordneten Sinnesgruben ausgestattet ist. Die Mandibeln zeigen einen besonders kräftigen Bau. Sie stellen den mächtigsten Teil der Mundteile dar. Rechter und linker Kiefer sind von

etwas abweichendem Bau (Abb. 10). Die rechte Mandibel trägt einen kräftigen, sehr langen Zahn rz_1, dem basalwärts ein kleinerer rz_2 nach innen zu aufsitzt. Der kräftige Außenzahn verstreicht bauchwärts in einen stark vorspringenden Kauwulst (rw_1), der eine schwach gewellte, stark chitinisierte Oberseite und nach innen zu einen schwachen mit starken Borsten besetzten Rand trägt. Durch eine schwach chitinisierte Einbuchtung getrennt, finden sich ferner ein Basalzahn (rz_3) und eine halbkugelige Wulst (rw_2). Die Lageverhältnisse sind durch die Abb. 10 veranschaulicht. Der linke Kiefer hat die beiden Zähne in gleicher Stärke und Ausbildung (lz_1, lz_2). Die Kauwulst (lw_1), mit der stark chitinigen Oberseite und dem Borstenrande, verstreicht flacher wie auf der rechten Seite. Ein Basalzahn (lz_3) der mehr nach oben gerichtet ist, verstreicht nach innen zu in eine halbkugelige Wulst (lw_2).

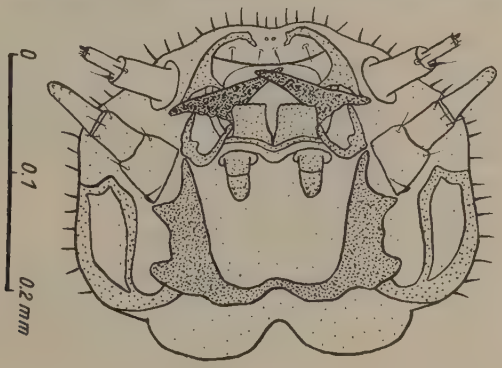

Abb. 11. Kopf der Larve III von vorn und etwas von unten gesehen.

In ihrer Lage im Kopfe überschneiden sich rechte und linke Mandibel wie die beiden Arme einer Scheere; d. h. rz_1 und rz_2 der rechten Seite schneiden ventralwärts von lz_1 und lz_2 und nach innen von lw_1 der linken Seite. Ferner rw_1 der rechten Seite überschneidet nach innen von den dorsal gerichteten lz_3 der linken, und lw_2 links überschneidet nach innen zu den rz_3 nebst rw_2 rechts. Damit sind an drei verschiedenen Stellen Schneideebenen geboten:

1. rz_1, rz_2 gegen lz_1, lz_2 und lw_1
2. rw_1 gegen lz_3
3. rw_2 und rz_3 gegen lw_2.

Die langen spitzen Zähne (z_1, z_2) verraten den Raubtiercharakter des *Cur. zon.*, sie erinnern an Carabidenkiefer und dienen zum Aufreißen der Schilder der Beutetiere. Die Wulste w_1 und w_2 bilden mehr Kauebenen, wobei zur Zerkleinerung die Zähne z_3 mithelfen.

Die seitlich und ventral der Mandibeln folgenden Maxillen zeigen keine Besonderheiten: auf einem kräftigen Basalstück sitzen eine

schmale, pinselförmig beborstete Innenlade und eine blattförmige, behaarte Außenlade. Nach außen zu schließt sich der kräftige Maxillarpalpus an, bestehend aus vier Gliedern, deren letztes das größte und schräg abgeschnitten ist. Die Unterlippe stellt eine trapezoide, in der vorderen Mittellinie schwach eingebuchtete und am Vorderrand schwach behaarte Platte dar, welche die Mundöffnung nach unten abschließt. An ihrer Außenseite trägt sie die dreigliedrigen Labialpalpen.

Die Sinnes- und Mundwerkzeuge der vier Larvenstadien sind untereinander gleich, nur sind die der älteren Stadien größer und kräftiger ausgebildet. Die Larven besitzen jederseits drei Punktaugen, von denen zwei nebeneinander dorsal, das dritte in Dreieckstellung ventral darunter an der Vorderseite des Kopfes stehen (Abb. 5). Auf der Ventralseite unter den Augen, an den Seiten des Kopfes stehen die kurzen Antennen (Abb. 11), an welchen zwei Glieder zu unterscheiden sind. Das erste trägt vier Sinnesborsten an seinem distalen Rande, das zweite einen kleinen Sinnesstift und drei Haare. Die Oberlippe wird durch eine ovale Platte gebildet, welche oberseits drei Paar Haare trägt und nach innen von einer Chitinspange des Kopfskeletts gestützt wird. Die ventral folgenden Mandibeln sind kräftig entwickelt, sie haben die längliche Dreiecksform eines schwach gekrümmten Reißzahnes, dessen Basis auf einer starken U-förmigen Spange des Kopfskeletts aufsitzt. Die Maxillen sind bis auf die Palpen rudimentär, ich vermute, daß Teile der Maxillen an der Bildung der starken ventralen bogenförmigen Kopfskelettspangen teilhaben. Die Maxillarpalpen sind dreigliedrig, das letzte Glied trägt an seiner Spitze zahlreiche Sinneskegel. Die Unterlippe schließlich besteht aus einer schwach gewölbten Platte, von der sich zur Mundöffnung ein Paar viereckiger unbehaarter Platten erheben, aboralwärts stehen die zweigliedrigen, kurzen, mit spärlichen Sinneskegeln ausgestatteten Palpen. Das charakteristische der Larvenmundwerkzeuge ist wiederum, wie beim Imago die starke Ausbildung der Mandibeln, welche den räuberischen Nahrungserwerb der Larven verrät.

Angriffs- und Freßakt. Bei ihrem Umherlaufen auf den Blättern, Ästen und Früchten der Citrusbäume suchen Käfer und Larven die meistens in Haufen zusammensitzenden Schildläuse auf. Gleichgültig, um welche Schildlausart und um welches Curinus-Stadium es sich handelt, spielt sich der Angriff in gleicher Weise ab. Er ist nicht leicht zu beobachten, da der Kopf senkrecht nach unten gerichtet wird und vom Brustschild des Käfers bezw. den Wachssekretzapfen des ersten Brustsegments der Larven bedeckt ist. *Curinus zonatus* sitzt also über seinem Schildlausopfer, er verankert sich mit seinen Beinen und klebt das Hinterleibsende durch einen halbflüssigen Kotbrocken an. Dann schlägt er die Mandibeln an irgend einer Stelle in die den Schildlauskörper bedeckende Hülle und reißt Fetzen und Streifen von dieser unter Erheben und seitlichem Hin- und Herbewegen des Kopfes heraus (Abb. 12 a, b). Diese Fetzen der

chitinig-wachsartigen Schildlaushülle werden nicht gefressen, sie hängen häufig noch neben der Aufrißstelle.

Ist so in den schützenden Schild eine Öffnung geschlagen, dann wird das daruntersitzende Tier ebenfalls angeschnitten und sein Körperinhalt ausgesogen, wobei *Curinus zonatus* seinen Kopf weit vorstreckt.

Nach dem Fraß, der an einer Laus bis zu 12 Stunden dauert, verläßt der Käfer oder die Larve die Beuteschildlaus, man findet dann die leere Haut unter dem mehr oder weniger zerfetzten Schutzschild. Waren von der Schildlaus bereits Eier abgesetzt, so ist auch von diesen nicht mehr das geringste zu finden. Der Käfer macht beim Erbeuten keinen

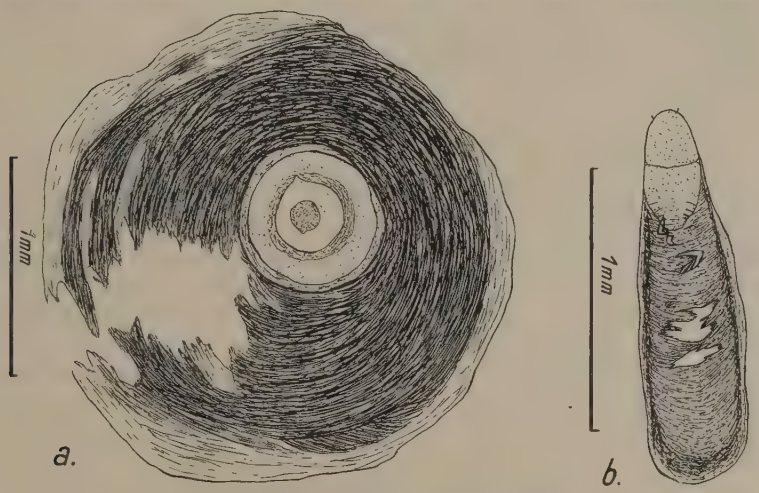

Abb. 12. Von *Curinus zonatus* angefressene Schildläuse.
a) *Chrysomphalus ficus* Ashm., b) *Lepidosaphes pinniformis* (Bché.) Kirk.

Unterschied zwischen den Larvenstadien, den jungen oder alten Weibchen oder den Männchen der Schildläuse. Nur die Männchen von *Chionaspis citri* werden nicht angegriffen, wahrscheinlich weil sie zu starke, weiße Wachsfäden zur Schildbedeckung haben. Zu bemerken ist ferner, daß die jüngsten *Curinus zonatus*-Larven sich nicht an ausgebildete Schildlauslarven wagen bezw. sie mit ihren schwachen Mandibeln nicht aufbrechen können, sondern hauptsächtich die jungen Schildlauslarven, unter diesen wieder besonders die von *Lepidosaphes pinniformis*, angreifen.

Die Kotabgabe des *Curinus zonatus* und seiner Larven besteht im Abstoßen von 0,1 bis 0,3 mm großen, unregelmäßig geformten Klümpchen von dunkel- bis hellbrauner Farbe. Selten bleiben diese angeklebt an den Blättern der Citrusbäume hängen, gewöhnlich fallen sie zu Boden.

Lauf. Entsprechend der haufenförmigen Anordnung der Schildläuse auf den Citrusblättern braucht die Larve nicht besonders große

Wanderungen auszuführen, wenn sie ihrem Raube nachgeht. Ist eine Schildlaus ausgefressen, so folgt nach ein- bis zweitägiger Ruhepause eine andere desgleichen oder eines benachbarten Haufens. Häufig bleibt die Larve mehrere Tage am gleichen Blatt. Werden ältere *Curinus zonatus*-Larven beim Freßakt gestört, so können sie ziemlich schnell davonlaufen, um sich auf der Unterseite von Blättern, oder an Ästen und Blattstielen in Sicherheit zu bringen. Die größte gemessene Geschwindigkeit der Larven IV betrug 3 mm/sek. Während dieser Fluchtlauf stets nur mit den Beinen ausgeführt wird, nimmt an der langsamen Suchbewegung beim Fressen das letzte Hinterleibssegment teil. Durch einen aus dem After austretenden, wässerigen, mit Kot vermischten Tropfen wird es auf der Unterlage kurze Zeit angeklebt um dann den Körper mit nach vorn abzustoßen. Diese Art des langsamen Nahrungssuchlaufes läßt sich leicht und gut durch Glasplatten hindurch, auf deren Unterseite die Larven laufen, beobachten. Wird die Larve bei ihrem Fluchtlauf durch Berühren mit einem Pinsel oder Nadel auf der Oberseite des Körpers gereizt, so läßt sie in den Intersegmentalhäuten der vier letzten Hinterleibssegmente gelblich-milchige und $^1/_2$ mm große Sekrettropfen austreten. Dieses Sekret ist fadenziehend und klebrig, verklebt die Haare eines Pinsels z. B. sofort, und dürfte als ein wirksames Abwehrmittel gegen Angriffe anderer Insekten aufzufassen sein.[1]) Ob es sich bei diesem Abwehrsekret um Drüsenabsonderungen oder um Blut-, bezw. Körperflüssigkeitsaustritte (ähnlich wie bei anderen Coccinelliden) handelt, lassen wir noch unentschieden. Bemerkenswert war, daß bei wiederholten aufeinanderfolgenden Reizungen die Sekrettropfen kleiner wurden, um nach vier- bis fünfmaliger Wiederholung überhaupt nicht mehr zu erscheinen.

III. Bekämpfungstechnische Bedeutung.

Entsprechend den günstigen Beobachtungen beim Angriff auf Schildläuse stand zu erwarten, daß wir im *Curinus zonatus* einen wirksamen biologischen Faktor in der Bekämpfung der Citrus-Schildläuse vor uns hatten. Es kam nun darauf an, die Größe des nützlichen Zerstörungswerks annähernd festzustellen. Die hierzu angestellten Versuche waren schwierig und zeitraubend und benötigten sehr viele Auszählungen.

Methodik: Eingezwingerte Curinus-Larven verschiedener Stadien und Käfer wurden, in Einzel- und Massenzuchten, mit Citrusblättern, die mit völlig intakten Schildläusen besetzt waren, zusammengebracht und dann beobachtet. Die nach 24 Stunden oder längere Zeit ausgefressenen Schildläuse wurden gezählt, neues Futter hinzugetan und nach bestimmten Zeiträumen erneut gezählt. Neben diesen Käfigzuchten wurden im Freiland einzelne Blätter an Bäumen markiert, an denen Larven saßen. Die ge-

[1]) Es sei daran erinnert, daß auch manche Tausendfüßler solche fadenziehende, klebrige Sekrete zum Schutze ausstoßen.

sunden und bereits zerfressenen Schildläuse wurden mit der Lupe ausgezählt und in 24stündigen Abständen stets nachkontrolliert. Wenn die Larve ihr Blatt verlassen hatte, erfolgte Neuzählung an dem jetzt besetzten Blatt. Im Sommer ließ sich mit dieser Methodik ein gutes Ergebnis erzielen, im Winter versagte sie, da die Tiere zu träg waren. Zwischen Käfig- und Freilandzuchten bestand ein Unterschied derart, daß im Freiland die Ergebnisse um 30% höher lagen als in den Käfigen.

Aus den mit dieser Methodik angestellten Versuchen errechneten wir die Nahrungsmenge, welche ein Tier pro Tag im Mittel im Freien während der Sommermonate (November bis März) verzehrt. Es ergab sich Folgendes:

Tabelle II.

Larve	I	frißt	pro	Tag	0,18	Schildlaus,	also	in	ihrer	Lebenszeit: ca. 2 Läuse
„	II	„	„	„	0,23	„	„	„	„	„ 3 „
„	III	„	„	„	0,42	„	„	„	„	„ 6 „
„	IV	„	„	„	0,36	„	„	„	„	„ 5 „
Käfer		„	„	„	0,55	„	„	„	„	„ 13 „

Der Käfer ist demnach für das Zerstörungswerk am wichtigsten. In seiner Gesamtentwickelung verzehrt also ein Individuum annähernd 30 Schildläuse während der Sommermonate. Da der Freßakt an einer Laus bis zu 12 Stunden dauert, erkennt man leicht, daß lange Pausen zwischen den einzelnen Mahlzeiten eingelegt werden. Bei den Versuchen ließ sich fernerhin noch beobachten, daß die Larven und Käfer nur tagsüber, nie des Nachts fressen, fernerhin, daß die Angriffslust und die Freßgeschwindigkeit am einzelnen Opfer stark abhängig vom Wetter sind: so waren die Maxima, welche obigen Mittelwerten der Tabelle II zugrunde liegen, stets zusammenfallend mit heißem Sonnenwetter, die Minima fanden sich bei trübem und kühlem Regenwetter.

Wenn auch die Zahl der von einem Individuum zerstörten Schildläuse nur niedrig ist, so wäre doch ohne weiteres anzunehmen, daß *Curinus zonatus* sich zu einer Nutzform auswachsen könnte, wenn er auf Grund des ihm reichlich zur Verfügung stehenden Nährmaterials der Schildläuse Übervermehrung, „Gradation", zeigen würde. Nun ist aber in der freien Natur sein Zerstörungswerk praktisch recht gering, wir schätzen es auf 10% der zerstört gefundenen Schildläuse. Ähnlich hoch sind die Abgänge durch Parasitierung von Chalcididen. Wir müssen also der Frage nachgehen, welche Einflüsse die Gradation des Käfers verhindern.

Beim Absuchen schildlausbesetzter Citrusbäume finden wir das ganze Jahr hindurch die fressenden Larven, und, bis auf den Juli, auch die Käfer. Eier finden sich in bestimmten Zeitabschnitten: September und Oktober, Januar, März und April; ebenso die Puppen in: Juli bis Oktober, Mitte November bis Mitte Januar, Mitte Februar bis April. Es ergeben sich, wie ja auch schon aus den Zeiten in der Tabelle I hervorging, drei Generationen im Jahre. Diese sind untereinander in der Menge der

Individuen sehr ungleich (Abb. 13). Setzen wir, auf Grund der Freilandbeobachtungen und der Laboratoriumszuchten aus den Jahren 1923 und 1924, die Menge der ersten Generation, die im langsamen Larvenentwicklungsgang überwintert, gleich 1, so erhalten wir für die zweite Generation, die Hauptgeneration des Sommers, den Wert von 2,5 und für die dritte Generation des Herbstes 1,8. Mit anderen Worten, wir finden im Frühling eine starke Übervermehrung, die sich in der zahlreicheren Sommergeneration auswirkt, im Hochsommer und Herbst aber wieder starkes Abfallen der Vermehrungskurve. Dieses Schwanken der Vermehrung ist hauptsächlich abhängig von der Eiproduktion und von der Menge der schlüpfenden Larven. Darüber gibt Aufschluß folgende Tabelle III, die die angenäherten Werte aus unseren Zucht- und Freilandversuchen enthält.

Tabelle III.

Ein Weibchen der	legt Eier:	von diesen schlüpfen:
I. Generation	20	85%, gleich 17
II. Generation (Sommer) . .	25	44%, gleich 11
III. Generation (Herbst) . .	27	33%, gleich 9

Während also in der Sommer- und Herbstgeneration die Eiproduktion höher ist als in der Frühlingsgeneration, so sind jedoch bei ersterer die Prozente der nicht schlüpfenden Eier viel geringer. Es schlüpfen mehr Larven und so ergibt sich ein scharfes Ansteigen der Individuenzahl in der zweiten (Sommer-) Generation, aber ein Abfallen im Herbst und Winter. Für die große Eisterblichkeit sind keine tierischen Parasiten verantwortlich zu machen, zumindesten wurden keine gefunden. Wohl aber sind die klimatischen Einflüsse sehr wichtig. Die Ende Dezember bis Mitte Januar gelegten Eier (II. und III. Generation) sind der größten Sommerhitze ausgesetzt. Die Hälfte von ihnen trocknet ein, besonders die, welche nicht an geschützten Stellen abgelegt und so der unmittelbaren Sonnenstrahlung entzogen sind. Ebenso ergeht es den im März und April abgelegten Eiern, doch kommen neben der Hitze hier auch noch die ersten starken Herbstregen in Betracht, welche das Verpilzen der Eier begünstigen. Anders liegen die Verhältnisse bei den September- bis Oktober-Eiern. Die Hitze ist im allgemeinen zu hoch, z. B. betrug hier die mittlere Temperatur des September 1924: 15,6° C und die des Oktober 1924: 16,4° C. Die Feuchtigkeit ist somit auch weniger schädlich. Immerhin fanden sich in diesen Gelegen noch ca. 15% der Eier verschimmelt, aber niemals fanden sich durch Eintrocknen vernichtete. Wir sehen also, daß einer wirksamen Gradation des *Curinus zonatus* die hohe Empfindlichkeit seiner Eier gegen Hitze und Feuchtigkeit im Wege stehen.

Von den einzelnen Larvenstadien ist das erste noch gefährdet, ebenfalls wieder besonders durch die Hitze und direkte Sonnenstrahlung. Wir müssen die Larven I-Verluste in den Generationen II und III mit 20% in Rechnung setzen. Die weiteren Larvenstadien sind widerstands-

fähiger, vermutlich auf Grund ihrer dichten Wachsbedeckung. Verluste treten nur noch bei den Häutungen auf und können im praktischen Sinne vernachlässigt werden. Das Gleiche gilt von den Puppen. Feinde aus dem Tierreich wurden an den Larven und Puppen bisher nicht beobachtet.

Gegen andere Feinde der Orangenschildläuse verhält sich *Curinus zonatus* verschieden. Andere Coccinellidenlarven (z. B. von *Novius cardinalis* oder von Cycloneda sanguinea) läßt er völlig unbehelligt, ebenso mit ihm am

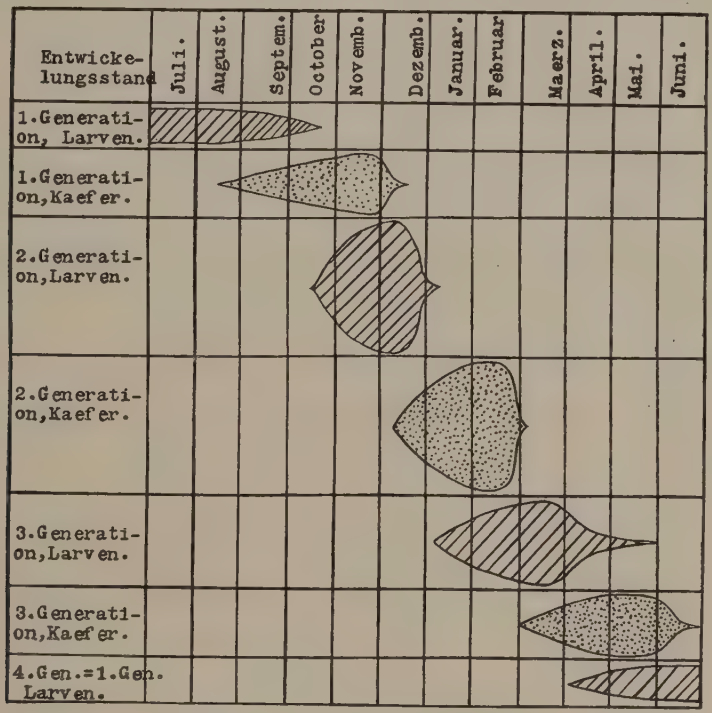

Abb. 13. Schema der Generationsfolge von *Curinus zonatus*, zusammengestellt nach Laboratoriumszuchten und Freilandbeobachtungen in den Jahren 1923 und 1924.

gleichen Blatt weidende Syrphidenlarven. Dagegen macht er keinen Unterschied zwischen gesunden und durch Chalcididen parasitierten Schildläusen. Einige Male konnte ich beobachten, daß der Käfer nach Aufbrechen des Schildes die anstelle des Schildlauskörpers liegende Chalcididenpuppe verzehrte. In diesen Fällen ist also *Curinus zonatus* eher schädlich, da er wie ein Überparasit der Chalcididen arbeitet.

Überblicken wir also den Nutzwert der Schildlauszerstörungen durch *Curinus zonatus* vom praktischen Standpunkt, so ergibt sich leider, daß dieser Coccinellide nicht als ernsthafter Gegner der Schildläuse aufzufassen ist, da er durch klimatische Einflüsse in seiner Massenvermehrung behindert

wird. Vom theoretischen Standpunkt jedoch ist das biologische System *Curinus zonates* — Schildläuse deshalb besonders interessant, weil es deutlich zeigt, daß Nutzinsekten, die an und für sich wertvolle Bekämpfungsformen bilden, durch besondere Eigentümlichkeiten ihrer Biologie (im vorliegenden Falle die hohe Empfindlichkeit der Eier und der Larven I gegen Klimaeinflüsse) in ihrem Bekämpfungswert herabgesetzt werden. *Curinus zonatus* beweist erneut die Tatsache, daß nicht Einzelbeobachtungen, welche günstig ausfallen, sondern nur eine zusammenhängende Betrachtung der Gesamtbiologie im Rahmen der Umwelt über den Wert eines Nutzinsektes entscheiden.

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen fassen wir zusammen:

1. *Curinus* (*Orcus*) *zonatus* Muls. greift die an Citrusbäumen Südbrasiliens häufigen schädlichen Schildläuse an.

2. Der Käfer *Curinus zonatus* (*Coccinellidae*, *Coccinellinae*, *Chilocorini*) ist 2,73 mm lang und 2,30 mm breit und von brauner Farbe mit dunkelbraunen Bandzeichnungen auf den Flügeldecken.

3. Die in Haufen von 5—10 Stück abgesetzten Eier sind von elliptischer Gestalt und gelbrötlicher Farbe.

4. Die ersten Larvenstadien zeigen 26 an den Seiten des Körpers auf Wülsten und aus Sekretporen sich erhebende zarte Wachsfäden mit Stützhaaren.

5. Die drei älteren Larvenformen sind auf der gesamten Rückenseite mit Wachssekreten, an den Seiten von maximal 25 dicken Wachszapfen bedeckt. Die Rückenhaut und die Seitenwülste zeigen einen diesen Larven charakteristischen Bau.

6. Die Größe und die Lebensdauer der einzelnen Stadien werden in einer Tabelle mitgeteilt (vgl. S. 362).

7. Die Puppe ist von der letzten Larvenhaut und deren Wachszapfen umgeben, sie selbst ist behaart.

8. Der Käfer sitzt ein bis zwei Tage in der aufgebrochenen Puppenhaut, ehe er schlüpft.

9. Für ihre Angriffe auf die Schildläuse sind die Käfer und die Larven mit Sinnes- und Mundwerkzeugen ausgestattet. Der Bau der letzteren zeigt deutlich die räuberische Lebensweise.

10. Angriffs- und Freßakt spielen sich in charakteristischer Weise ab.

11. Bei den Bewegungen der Larven ist ein Nahrungssuchlauf und ein Fluchtlauf zu unterscheiden. Zur Abwehr bei Störungen werden von den Larven klebrige Tropfen aus den Intersegmentalhäuten der Hinterleibsringe ausgeschieden.

12. Die Größe des Zerstörungswerkes des *Curinus zonatus* an Schildläusen wird durch eine Tabelle (vgl. S. 371) veranschaulicht. Ein Individuum verzehrt ungefähr 30 Schildläuse während seiner Gesamtentwickelung.

13. Einer wirtschaftlichen, bekämpfungstechnischen Anwendung des *Curinus zonatus* im Kampf gegen die Schildläuse steht der Umstand ent-

gegen, daß *Curinus zonatus* keine Massenvermehrung (Gradation) zeigt infolge hoher Eisterblichkeit und starker Verluste im ersten Larven-Stadium während der Sommer- (II) und Herbst- (III) Generation. Diese Verluste werden hervorgerufen durch starke Empfindlichkeit gegen hohe Hitze und Feuchtigkeit.

Literatur.

1. Costa Lima, A. da, Catalogo systematico dos insectos que vivem nas plantas do Brasil e ensaio de bibliographia entomologica brasileira. Arch. da Escola Super. de Agricultura e Medicina Veterinaria. Vol. VI. Nos 1 e 2. 1922.
2. Moreira, Carlos, Entomologia agricola brasileira. Ministerio da Agricultura, Industria e Commercio. Inst. biologico de Defesa agricola. Boletin Nr. 1. Rio de Janeiro 1921.
3. Mulsant, M. E., Species des Coléoptères trimères sécuripalpes. Lyon 1851.
4. Stellwaag, F., Die Schmarotzerwespen (Schlupfwespen) als Parasiten. Monogr. z. angew. Entomologie. Nr. 6. Berlin 1921.
5. Wille, Johannes, Übersicht der landwirtschaftlich wichtigen Insekten von Rio Grande do Sul (Brasilien). Zeitschr. f. angew. Entomologie. Bd. 11. Berlin 1925.
6. — — Bekämpfung der *Icerya purchasi* Mask. mit Ustin. Nachr. d. landwirtsch. Abtlg. Leverkusen. 3. Jahrg. Nr. 2. 1924.
7. — — O Novius cardinalis Muls. Egatea. Vol. IX. Nr. 2. Porto Alegre 1924.

Über die Immunität einiger Raupen ihren Parasiten, den Schlupfwespen, gegenüber.

Von

N. F. Meyer,

Leiter der Abteilung für die biologische Bekämpfungsmethode des Bureau für angewandte Entomologie des Reichsinstitutes für Experimentelle Agronomie zu Leningrad.

(Mit 4 Abbildungen.)

Wie bereits in meinen früheren Arbeiten über die Biologie von *Angitia fenestralis* Holmgr., eines Parasiten der Kohlmotte, erwähnt, entwickeln sich einige von den Parasiten in dem Körper der Raupe abgelegten Eier nicht, und ein Teil der nachweislich infizierten Raupen von *Plutella* gibt normale Schmetterlinge. Analoge Fälle vom Umkommen eines Teils der abgelegten Eier habe ich vielmals auch an zwei anderen Schlupfwespen beobachtet, nämlich an *Apanteles glomeratus* L. und *Angitia rapae* Meyer.[1])

Diese beiden Arten sind die gewöhnlichen Parasiten der Weißlinge *Pieris brassicae* L. und *P. rapae* L., doch, während bei uns im Norden der Kohlweißling jahraus jahrein von dem erstgenannten Parasiten zu leiden hat, ist die Infektion der Raupen des Rübenweißlings bedeutend geringer. Zum Vergleiche der Infektionshöhe der Raupen beider Weißlinge durch *Apanteles* wurden Raupen im Laufe zweier Jahre in verschiedenen Gemüsegärten in Leningrad und Ljuban (Gouv. Novgorod) gesammelt, wobei von ein und demselben Ort Raupen beider Schmetterlinge genommen wurden. (Tabelle 1 und 2.) Der Infektionsprozentsatz wurde durch Öffnen der Raupen festgestellt.

Um den Grund des so bedeutenden Unterschiedes der Infektionshöhe aufzuklären, wurde eine künstliche Infektion der Raupen des Rübenweißlings vorgenommen. Dabei erwies es sich, daß einerseits *Apanteles* die Raupen von *Pieris rapae* weniger gerne anfällt, als diejenigen von *P. brassicae*, und anderseits, daß die Raupen des Rübenweißlings oft trotz der Infektion durch *Apanteles* normale Schmetterlinge ergeben. So ver-

[1]) Die Beschreibung dieser Art gebe ich in „Revue Russe d. Entomologie". 1926.

Tabelle 1.

Gemüsegarten in der nächsten Umgebung von Leningrad.

1924

Datum	*Pieris brassicae* Zahl der gesammelten Raupen	*Pieris brassicae* Davon infiziert	*Pieris rapae* Zahl der gesammelten Raupen	*Pieris rapae* Davon infiziert
20. VI.	217	186	302	27
24. VI.	304	192	41	16
17. VII.	348	317	123	7
20. VII.	189	161	230	21
29. VII.	241	209	308	11
11. VIII. . . .	272	234	341	29
20. VIII. . . .	411	381	316	17
26. VIII. . . .	395	379	294	19
12. IX.	264	234	371	29
20. IX.	112	98	248	21
12. X.	198	173	311	24
19. X.	251	232	189	17
24. X.	219	200	263	27
Im ganzen	3411	2936	3533	265
	ca. 86% infiziert.		ca. 8% infiziert.	

1925

Datum	Zahl der gesammelten Raupen	Davon infiziert	Zahl der gesammelten Raupen	Davon infiziert
19. VI.	112	87	237	29
29. VI.	229	201	184	16
4. VII.	218	198	221	19
17. VII.	194	167	234	31
27. VII.	237	207	307	26
1. VIII.	314	300	319	29
6. VIII.	241	182	273	31
8. VIII.	119	99	189	17
17. VIII.	263	215	319	41
25. VIII.	361	345	217	21
1. IX.	297	269	198	19
4. IX.	224	203	261	27
13. IX.	227	198	314	41
19. IX.	187	134	179	27
27. IX.	216	193	246	19
1. X.	148	113	209	24
Im ganzen	3587	3141	3907	417
	ca. [illegible]% infiziert.		ca. 11% infiziert.	

Tabelle 2.

Gemüsegärten in der Umgebung von Ljuban (Gouv. Novgorod).

1924

Datum	Zahl der gesammelten Raupen	Davon infiziert	Zahl der gesammelten Raupen	Davon infiziert
16. VI.	200	154	124	16
29. VI.	203	137	143	11
13. VII.	316	209	162	13
19. VII.	153	112	72	7
23. VII.	403	309	135	14
7. VIII.	353	269	171	21
24. VIII.	371	279	213	32
18. IX.	119	83	203	34
30. IX.	177	124	189	19
16. X.	267	198	167	27
Im ganzen	2552	1874	1579	198
		ca. 73% infiziert.		ca. 13% infiziert.

1925

Datum	Zahl der gesammelten Raupen	Davon infiziert	Zahl der gesammelten Raupen	Davon infiziert
21. VI.	318	243	144	12
1. VII.	279	208	176	18
14. VII.	116	93	183	16
20. VII.	132	112	219	30
25. VII.	161	137	203	37
1. VIII.	149	124	169	17
5. VIII.	211	191	129	16
8. VIII.	240	198	309	29
11. VIII.	229	201	218	34
20. VIII.	273	247	244	36
24. VIII.	174	149	179	21
26. VIII.	309	283	272	35
4. IX.	302	283	264	35
14. IX.	289	264	127	11
18. IX.	276	259	257	28
29. IX.	213	194	213	38
Im ganzen	3690	3191	3306	413
		ca. 86% infiziert.		ca. 12% infiziert.

puppten sich von 5 am 11. VIII. 1925 infizierten Raupen 3 und ergaben Schmetterlinge, von 21 am 29. VIII. infizierten Raupen verpuppten sich 8, und von 7 am 1. IX. infizierten Raupen verpuppten sich 4.

Beim Anatomieren nachweislich infizierter Raupen von *P. rapae* fiel es auf, daß in vielen Fällen die Eier des Parasiten von einer gallertartigen Hülle umschlossen erschienen (Abb. 1). In einigen Fällen war jedes Ei einzeln eingeschlossen, gewöhnlich waren aber mehrere Eier mit einer gemeinsamen Kapsel bekleidet. Ungeachtet einer solchen Umhüllung kommt

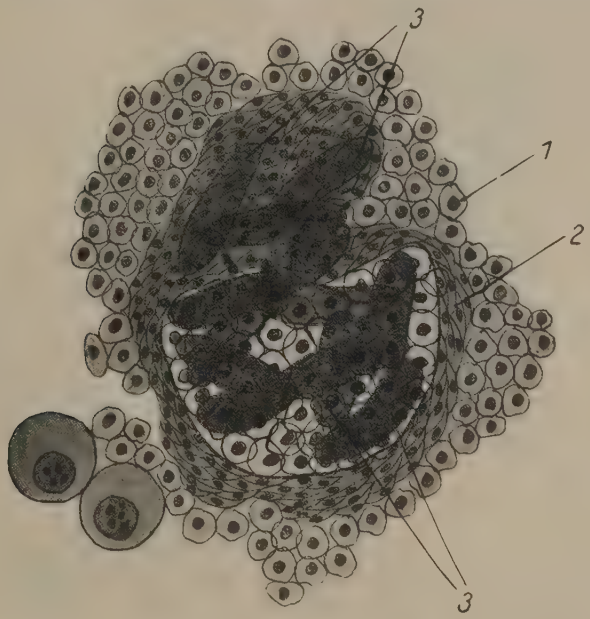

Abb. 1. Kapsel, die eine Gruppe von *Apanteles*-Eiern umschließt.
1 Hämozyten, die die äußere Schicht der Kapsel bilden. 2 Innere Schicht der Kapsel, die aus in die Länge gezogenen Zellen besteht. 3 Eier des Parasiten. Leitz, Ok. I, Obj. 7.

die begonnene Entwicklung des Eies anfänglich nicht zum Stillstand, sondern führt gewöhnlich bis zur Ausbildung der Larve.

Diese Kapseln sind gewöhnlich von runder Form, manchmal bis 15 Stück in einer Raupe und liegen entweder frei in der Körperhöhle oder sie sind vermittelst eines besonderen Stranges mit verschiedenen inneren Organen des Wirtes verbunden, so z. B. mit den Malpighischen Gefäßen, Speicheldrüsen usw. Die Umschließung des Parasiteneies beginnt damit, daß es von einer nicht großen Zahl großer Hämozyten umringt wird, die durch vollständig homogenes Protoplasma und exzentrisch gelegenen Kern charakterisiert werden. Ähnliche Zellen haben Metalnikov

im Blute von *Galleria melonella* und Hollande im Blute einer Reihe von Käfern beobachtet.

Unlängst ist es Lazarenko gelungen, auf künstliche Weise eine Ansammlung von Blutzellen um Celloidinröhrchen, die er in die Körperhöhle einführte, hervorzurufen. Seiner Meinung nach sind diese Zellen zum Teil Hämozyten, zum Teil dagegen bestehen sie aus Elementen des Bindegewebes. Ich führe einige Auszüge aus seiner Arbeit wörtlich an. „Schon nach Verlauf eines Tages nach der Operation finden wir um die Röhrchen herum eine Ansammlung von Zellen, die sich aus der Lymphe abgesetzt haben. Ein Teil von ihnen erweist sich als Blutzellen. Sie haben eine runde oder ovale Form, sind von verschiedener Größe, mit körnigem oder nicht körnigem Protoplasma. Der andere Teil der Zellen hat Spindelform, mit zugespitzten Enden. Diese Zellen müssen als Bindegewebezellen bestimmt werden." Der Autor weist ferner darauf hin, daß sich gewöhnlich

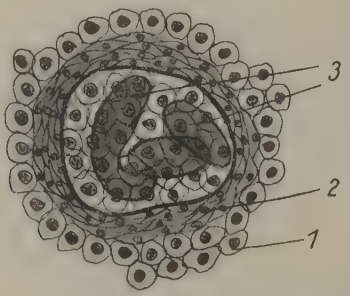

Abb. 2. Kapsel, die 2 Eier von *Apanteles glomeratus* einschließt. Bezeichnungen, wie bei Abb. 1. Leitz, Ok. 1, Obj. 7.

unmittelbar an das Celloidinröhrchen ausschließlich Bindegewebezellen anlegen. Nach Verlauf einiger Zeit nach der Operation bildet sich um die Celloidinröhrchen eine ganze Schicht, die aus mehreren Reihen derselben Zellen besteht. Außerhalb dieser Schicht sind ebensolche Zellen angeordnet, doch in bedeutendem Abstand voneinander und vermengt mit Hämozyten. Die Zellen der inneren Schicht sind dicht aneinander gefügt, doch bleiben die Grenzen zwischen den Zellen immer vollkommen deutlich. Was die äußere Schicht der Bindegewebezellen betrifft, so beginnen letztere Pseudopodien zueinander auszuziehen und fließen zuguterletzt zusammen „in ein weitmaschiges Syncytium, in dessen Maschen Leykozyten einzeln oder in kleinen Gruppen frei liegen." Mir scheint, daß der Autor einen Fehler begeht, indem er die spindelförmigen Zellen als Bindegewebezellen anspricht, da sie, aller Wahrscheinlichkeit nach nichts anderes vorstellen als Hollande's „Phagozyten". Jedenfalls stimmen die Zeichnungen der Autoren beider Arbeiten vollkommen überein. Wie bekannt, unterscheidet Hollande im Blute der Koleopteren 3 Gruppen von Blutkörpern.

1. Lymphozyten von Kugelform mit exzentrisch gelegenem Kern. Sie besitzen nicht die Fähigkeit, Pseudopodien zu bilden und sind zur Phagozyten nicht befähigt.

2. Phagozyten von bedeutend geringerer Größe, spindelförmiger Form, mit zugespitzten Enden. Diese Zellen sind befähigt Pseudopodien auszusenden und mit diesen Fremdkörper zu erfassen. In gewissen Fällen fließen die Phagozyten mit ihren Pseudopodien zusammen und bilden Syncytien.

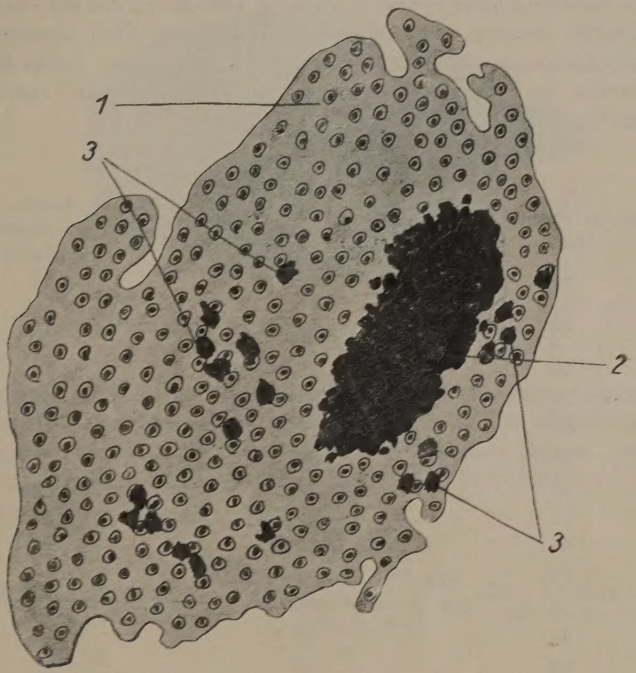

Abb. 3. Längsschnitt durch eine Kapsel.
1 Syncytium. 2 Ei des Parasiten. 3 Klümpchen eines zerstörten Eies. Leitz, Ok. 1, Obj. 7.

3. Große kugelförmige Zellen „cellules à sphérules".

Wie oben erwähnt, sind die Zellen, die das *Apanteles*-Ei einzuschließen beginnen, anfänglich einander vollkommen gleich. Nach einiger Zeit nimmt die das Ei erschließende Kapsel das Aussehen einer hohlen Kugel an (Abb. 2), deren Wand aus 2 Schichten besteht, einer äußeren aus einer Reihe größerer Zellen, und einer inneren, die ihrerseits aus mehreren Reihen flacher, spindelförmiger Zellen besteht. Zuletzt verschwindet das Lumen der Kapsel, die Grenzen zwischen den Zellen werden undeutlich und die Eier des Parasiten erweisen sich in einem festen Syncytium eingeschlossen (Abb. 3). Nach einigen Tagen beginnen sich die Parasiten-

eier aufzulösen und zerfallen in eine Anzahl von kleinen Klümpchen, die im sie umschließenden Syncytium verstreut liegen. Die Bildung solcher Syncytien beschreibt Metalnikov an *Galleria*-Raupen, nach Einspritzen in die Körperhöhle von Tusche oder verschiedener pathologischer Bakterien. Dabei beobachtet er, daß sich die Phagozyten um den eingeführten Fremdkörper herum ansammeln, und indem sie untereinander zusammenfließen, manchmal sogar sehr große Syncytien (Plasmodien) bilden. Nach Metalnikov wird die Bildung solcher Syncytien dadurch erleichtert, daß die Phagozyten die Fähigkeit besitzen, einen besonderen klebrigen Stoff auszuscheiden, vermittels dessen sie sich untereinander zusammenkleben. Seiner Meinung nach werden die Tuberkulosestäbchen durch solche Syncytien rascher zerstört, als durch einzelne isolierte Phagozyten.

Tabelle 3.

Zahl der geöffneten Raupen	Zahl der Raupen, die sich normal entwickelnde Parasiteneier enthielten	Zahl der Raupen, die eingekapselte Parasiteneier enthielten
54	32	22
41	28	13
72	49	23
49	27	22
54	31	23
57	27	30
39	24	15
69	41	28
76	39	37
81	58	23
68	37	31
24	15	9
67	39	28
83	54	29
59	36	23
Im ganzen 893	537	356
	ca. 60%	ca. 40%

Was den Prozentsatz solcher immuner Raupen des Rübenweißlings betrifft, so erreicht er die Höhe von 40%, wie wir es in der Tabelle 3 gesehen haben.

Eine analoge Erscheinung entdeckte ich bei meinen Versuchen einer Infektion der Raupen des Rübenweißlings durch *Angitia rapae*. Diese Schlupfwespe legt je ein Ei in den Körper junger Raupen, sowohl des Kohl- als auch des Rübenweißlings. Die Eier sind von weißer Farbe, gegen $1^1/_2$ mm lang, und auf der Bauchseite leicht eingebuchtet. Entsprechend dem oben dargelegten, beginnt in einigen Fällen das Ei des

Parasiten von Blutzellen des Wirtes eingeschlossen zu werden. Dieses Umschließen beginnt an einem der spitzen Enden des Eies (Abb. 4). Die das Parasitenei einschließende Kapsel besteht anfänglich ebenfalls aus mehreren Schichten rundlicher Zellen, die Zellen der inneren Schicht beginnen bald sich in die Länge zu ziehen und bilden eine kompaktere Schicht der Kapsel, während die äußere Schicht loser gefügt bleibt.

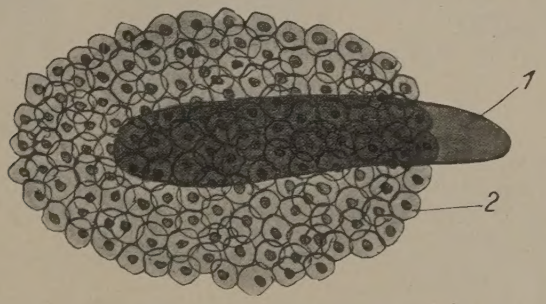

Abb. 4. Ei von *Angitia rapae*, das von Hämozyten umhüllt wird.
1 Ei des Parasiten. 2 Kapsel. Leitz, Ok. 3, Obj. 4.

Zuletzt fließen die Zellen der Kapsel untereinander zusammen und bilden ein Syncytium, das dem Ei dicht anliegt, das allmählich zerstört zu werden beginnt. Der Prozentsatz der immunen Raupen des Rübenweißlings gegenüber *Angitia rapae* beträgt im Durchschnitt 27, was aus Tabelle 4 zu ersehen ist.

Tabelle 4.

Zahl der geöffneten Raupen	Zahl der Raupen, die sich normal entwickelnde Parasiteneier enthielten	Zahl der Raupen, die verkapselte Eier enthielten
48	35	13
61	45	16
37	28	9
34	25	9
52	40	12
73	49	24
77	51	26
44	27	17
39	29	10
63	49	14
54	45	9
49	38	11
Im ganzen 631	461	170
	ca. 73%	ca. 27%

Auf diese Weise sehen wir, daß Cuénots Behauptung, daß die im Blute der Insekten beobachtete Phagozytose keine ernste Rolle spielt und keine Schutzmittel des Organismus gegen Schlupfwespen und Dipteren vorstelle, irrig ist, und daß einige Raupen einer ganzen Reihe von Schmetterlingen, als da sind des Rüben- und Kohlweißlings, der Kohleule, der Kohlmotte und einiger anderer, eine besondere Immunität besitzen, die darin besteht, daß die Eier des Parasiten von den Hämozyten des Blutes umschlossen werden.

Leningrad, 14. März 1926.

Literatur.

1. Bledowski, R., und Krainska, M., Die Entwicklung von *Banchus femoralis* Thoms. *(Hymenoptera, Ichneumonidae)*. Bibl. Universit. liberae Polonae. 1926.
2. Cuénot, L., Études sur le sang, son rôle et sa formation dans la série animale. 2 part. Invertébrés. C. R. Ac. Sc. Paris 1907.
3. — — Études sur le sang et les glandes et les glandes lymphatiques dans la série animale. Ebenda 1891.
4. Faure, H. C., Sur la spécifité relative des Insectes parasites polyphages. C. R. Acad. Sci. 1926.
5. Hollande, A. Ch., Contribution à l'étude du sang des Coléoptères. Arch. Zool. expér. 1909.
6. Lazarenko, F. M., Zur Frage über die morphologische Zusammensetzung des Bindegewebes der Insekten. Bull. Inst. rech. Biol. et de la Station biol à l'Université de Perm. 1923. (Russisch.)
7. Metalnikoff, S., Recherches expérimentales sur les chénilles de *Galleria mellonella*. Arch. Zool. Expér. 1908.
8. Meyer, N. F., Zur Biologie und Morphologie von *Pimpla examinator* Fabr. *(Hymenoptera, Ichneumonidae)*. Zeitschr. f. angew. Entom. Bd. 11. 1925.
9. — — Biologie von *Angitia fenestralis* Holmgr. *(Ichneumonidae)* und einige Worte über Immunität der Insekten. Ebenda 1926.
10. Über die Immunität einiger Raupen ihren Parasiten, den Schlupfwespen, gegenüber. — Vorl. Mitt. Annals of the State Inst. of exper. Agronomy. Leningrad 1925. (Russisch.)